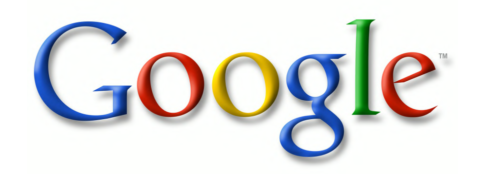




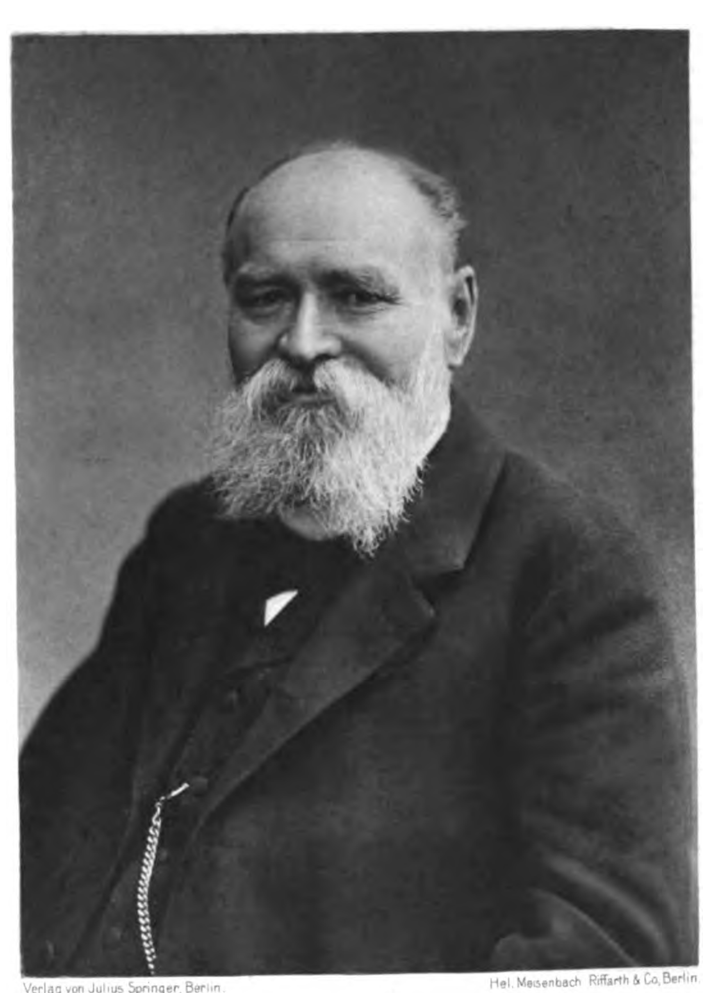
Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft



Dreizehnter Band

1912


Digitized by Google



Verlag von Julius Springer, Berlin. Hel. Meisenbach Riffarth & Co. Berlin.

Ed. Börgstede

Jahrbuch

der

Schiffbautechnischen Gesellschaft



Dreizehnter Band

1912

Berlin
Verlag von Julius Springer
1912



Inhalts-Verzeichnis.

Beiträge:

Besichtigungen:

Geschäftliches.

I. Mitgliederliste.

Protektor:

SEINE MAJESTÄT DER DEUTSCHE KAISER UND KÖNIG VON PREUSSEN

WILHELM II.

Ehrenvorsitzender:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT DER GROSSHERZOG

FRIEDRICH AUGUST VON OLDENBURG.

Dr. Ing.

Vorsitzender:

C. Busley, Geheimer Regierungsrat und Professor, Berlin.

Stellvertretender Vorsitzender:

Johs. Rudloff, Wirklicher Geheimer Ober-Baurat und Professor, Berlin.

Fachmännische Beisitzer:

Justus Flohr, Geheimer Baurat, Maschinenbaudirektor der Maschinenbau A.-G. „Vulcan", Hamburg 9, Vulcanwerft.

C. Pagel, Professor, Technischer Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin.

Gotth. Sachsenberg, Kommerzienrat, Mitglied des Vorstandes der Firma Gebr. Sachsenberg A.-G., Roßlau a. E. und Cöln-Deutz.

Otto Schlick, Dr. Ing., Konsul, Direktor des Germanischen Lloyd, Hamburg.

R. Veith, Dr. Ing., Wirklicher Geheimer Ober-Baurat und Abteilungschef im Reichs-Marine-Amt, Berlin.

Beisitzer:

Fr. Achelis, Konsul, Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen.

G. Gillhausen, Dr. Ing., Mitglied des Direktoriums der Firma Fried. Krupp A.-G., Essen a. Ruhr.

Aug. Schultze, Geheimer Kommerzienrat, Direktor der Oldenburg-Portug. Dampfschiffs-Reederei, Oldenburg i. Gr.

Ed. Woermann, Konsul und Reeder, i. Fa. C. Woermann, Hamburg.

Geschäftsführer:

Franz Hochstetter, Dr. phil., Berlin N.W. 6.

Geschäftsstelle: Berlin NW6., Schumann-Str. 2 pt.
Telephon: Norden 6106.



1. Ehrenmitglieder:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT, Dr. Ing.
HEINRICH, PRINZ VON PREUSSEN
(seit 1901)

SEINE KAISERLICHE UND KÖNIGLICHE HOHEIT,
WILHELM, KRONPRINZ DES DEUTSCHEN REICHES U. VON PREUSSEN
(seit 1902)

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT
FRIEDRICH FRANZ IV., GROSSHERZOG V. MECKLENBURG-SCHWERIN
(seit 1904)

Plate, Geo,
früher Präsident des Norddeutschen Lloyd, Neu-Globsow i. d. Mark.
(seit 1911)

Ballin, Albert, Dr. Ing.,
Vorsitzender des Direktoriums der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg.
(seit 1911)

2. Inhaber der Goldenen Medaille der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

WILHELM II., DEUTSCHER KAISER UND KÖNIG VON PREUSSEN.

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT
FRIEDRICH AUGUST, GROSSHERZOG VON OLDENBURG.

3. Inhaber der Silbernen Medaille der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

Föttinger, Herm., Dr. Ing.,
Professor an der Techn. Hochschule in Danzig, Zoppot, Bädeckerweg 13.

4. Fachmitglieder.

a) Lebenslängliche Fachmitglieder:

6 **Berninghaus**, C., Ingenieur und Werftbesitzer, Duisburg.

Biles, John Harvard, Professor für Schiffbau an der Universität Glasgow.

Blohm, Herm., Dr. Ing., i. Fa. Blohm & Voß, Hamburg, Harvestehuder Weg 10.

Busley, C., Geheimer Regierungsrat und Professor, Berlin NW 40, Kronprinzen-Ufer 2.

10 **de Champs**, Ch., Kapitänleutnant der Königl. Schwed. Marine, Schiffbau- und Elektro-Ingenieur von der Königl. Techn. Hochschule in Stockholm, Stockholm, Johannesgatan 20.

Claussen, Georg W., Techn. Direktor der Schiffswerft von Joh. C. Tecklenborg Akt.-Ges., Geestemünde, Dock-Str. 4.

Claussen jun., Georg, Schiffbau-Ober-Ingenieur und Prokurist, Joh. C. Tecklenborg Akt.-Ges., Geestemünde, Dock-Str. 8.

Delaunay-Belleville, L., Ingénieur-Constructeur, Rue de l'Ermitage, St. Denis (Seine).

Flohr, Justus, Geheimer Baurat, Maschinenbau-Direktor der Maschb.-Akt.-Ges. Vulcan, Hamburg 9, Vulcanwerft.



15 **Klose**, A., Ober-Baurat a. D., Berlin W. 15, Kurfürstendamm 33.

Kraft de la Saulx, Ritter Friedrich, Ober-Ingenieur der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen, Elsaß.

Kummer, O. L., Kommerzienrat, Dresden, Dürrer-Str. 91.

Meyer, Georg C. L., Ingenieur und Direktor, Hamburg, Kl. Fontenay 4.

Niclausse, Jules, Ingénieur-Constructeur, Paris, Rue des Ardennes 24.

20 **Pommée**, P. J., Direktor des Ottensener Eisenwerk, Gr.-Flottbeck, Voß-Str. 8.

Rickmers, A., Vorsitzender des Aufsichtsrates der Rickmers-Schiffswerft, Bremen.

Sachsenberg, Georg, Kommerzienrat, Mitglied des Vorstandes der Firma Gebr. Sachsenberg A.-G., Roßlau a. E. und Cöln-Deutz.

Sachsenberg, Gotthard, Kommerzienrat, Mitglied des Vorstandes der Firma Gebr. Sachsenberg A.-G., Roßlau a. E. und Cöln-Deutz.

Spetzler, Carl, Ferd., Betriebsassistent bei Fried. Krupp, Kiel, Gartenstr. 27.

Steinike, Karl, Schiffbaudirektor der Fried. Krupp Germania-Werft, Gaarden bei Kiel. 25

Topp, C., Königlicher Baurat, Stralsund, Knieperdamm 4.

Wilton, B., Werftbesitzer, Rotterdam.

Wilton, J. Henry, Werftdirektor, Rotterdam.

Ziese, Carl H., Dr.-Ing., Geheimer Kommerzienrat und Besitzer der Schichauschen Werke zu Elbing und Danzig, Elbing.

Ziese, Rud. A., Ingenieur, St. Petersburg, Wassili Ostrow, 12. Linie 27. 30

Zimmermann, R., Geheimer Baurat, Eutin (Holstein), Pulverbeck.

Zoelly-Veillon, H., Ingenieur, Vorstandsmitglied und technischer Direktor bei Escher, Wyß & Cie., Zürich.

b) Ordnungsmäßige Fachmitglieder:

Abel, Herm., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Lübeck, Israelsdorfer Allee 23a.

Abel, P., Ingenieur, Besichtiger von Lloyds-Register, Düsseldorf, Herder-Str. 70.

35 **Abel**, Wilh., Schiffbau-Ingenieur, Oberlehrer am Technikum zu Hamburg, Hamburg-Ohlsdorf.

Abraham, J., Schiffbau-Ingenieur, Inhaber der Firma O. Kirchhoff Nachfolger, Stralsund.

Achenbach, Albert, Diplom-Ingenieur, Roßlau a. E., bei Gebr. Sachsenberg.

Ackermann, Max, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Isestr. 77 II.

Ahlers, Louis, Ingenieur, Roßlau a. E., Linden-Str. 65.

40 **Ahlers**, Otto, Ingenieur, Köln-Deutz, Mathilden-Str. 36 I.

Ahlrot, Georg, Schiffbau-Ingenieur, Malmö Kockums Mek. Verkstads A. B.

de Ahna, Felix, Schiffbau-Ingenieur, Charlottenburg, Stuttgarter Platz 15.

Ahnhudt, Kaiserl. Marine-Schiffbaumeister, Kiel, Düppel-Str. 66.

Alverdes, Max, Oberingenieur und Vertreter des Osnabrücker Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenvereins, Hamburg-Uhlenhorst, Bassin-Str. 8.

Ambronn, Victor, Diplom-Ingenieur, Bremen, Born-Str. 36. 45

Amnell, Bengt., Schiffbau-Ingenieur, Motala, Schweden.

Arendt, Ch., Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Steglitz-Berlin, Albrechtstr. 86.

Arera, Hans, Ingenieur, Breslau VI, Liegnitzer Str. 1.

Arnold, Alb., C., Schiffbau-Ingenieur, Charlottenburg, Fritschestr. 30 IV l.

Arnold, Karl, Regierungsrat, Steglitz, Arndt-Str. 35. 50

Arppe, Johs., Oberingenieur u. Prokurist d. Fa. F. Schichau, Danzig, Linden-Str. 10.

Arschauloff Vadim, Ing., Staatsrat, St. Petersburg, Nijegorodskaiastr. 31.

Artus, Kaiserl. Marine-Baumeister, Hamburg, „Vulcan"-Werft.

Baars, Georg, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Schäferkamps Allee 1.

Baath, Kurt, Bureauchef b. d. A.-G. „Weser", Diplom-Ingenieur, Vegesack, Bremer Str. 32. 55

Bachmeyer, Robert, Fabrikdirektor a. D., Berlin N. 4, Chaussee-Str. 36.

Baisch, Ludwig, Ingenieur, i. Fa. Fried. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel, Muhlius-Str. 63.

Barg, G., Schiffbau-Direktor der Neptunwerft, Rostock i. M.

Bauer, V. J., Direktor der Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft, Flensburg, Neustadt 49.

60 Bauer, Dr. G., Maschinenbau-Direktor d. Stett. Maschinenb.-A.-G. Vulcan, Bredow a. O.

Bauer, M. H., Zivil-Ingenieur, Berlin W 26, Nollendorf-Str. 30.

Bauer, O., Betriebs-Ingenieur d. Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft, Flensburg.

Baur, G., Baurat, Direktor, Fried. Krupp, A.-G., Germania-Werft, Kiel-Gaarden.

Becker, Richard, Maschinen-Ingenieur, Hamburg, Brahmsstr. 34.

65 van Beek, J. F., Schiffbau-Direktor der Königl. Niederländischen Marine, s'Gravenhage, Theresiastraat 75.

Behn, Theodor, Diplom-Ingenieur, Hamburg, Isestr. 6.

Behrmann, Georg, Ingenieur, Kiel, Lübecker Chaussee 12.

Benetsch, Armin, Schiffsmaschinenbau-Ober-Ingenieur, Oberlehrer an der Städt. Maschinisten- und Gewerbeschule, Charlottenburg, Lützowerstr. 6.

Benjamin, Ludwig, Zivil-Ingenieur, Hamburg 13, Grindel-Allee 153.

70 Berendt, M., Ingenieur, Hamburg, Admiralität-Str. 52.

Bergemann, W., Marine-Baurat, Wilhelmshaven, Kaiserliche Werft.

Berghoff, O., Marine-Baumeister a. D., Berlin C 54, Dragoner-Str. 23 I.

Berling, G., Marine-Baurat, Kiel, Feld-Strasse 130.

Berndt, Fritz, Elektro-Ingenieur, Hamburg, Oderfelder Str. 15.

75 Berndt, Rechnungsrat, Groß-Lichterfelde, Augustastr. 39.

Berner, Otto, Ingenieur, Hamburg, Admiralität-Str. 58.

Bettac, Richard, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Isestr. 77.

Beul, Th., Oberinspektor des Norddeutschen Lloyd, Bremerhaven, Lloyd-Dock.

Biedermann, Schiffbau-Diplom-Ingenieur beim Norddeutschen Lloyd, Bremen.

Bielenberg, Theodor, Schiffbau-Ingenieur 80
bei Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel-Gaarden.

Biese, Max, Maschinenbau-Betriebs-Ingenieur, Geestemünde, Leher-Chaussee 46.

Bignami, Leopoldo, Capitano del Genio Navale nella R. Marina Italiana, Berlin W 50, Regensburger Str. 30.

Bigge, Karl, Diplom-Ingenieur, Essen-Ruhr, Alexstr. 9 II.

Billig, H., Maschinenbau-Oberingenieur, Dessau, Göthe-Str. 3.

Blackstady, E., Direktor der Oderwerke, 85
Stettin, Schiller-Str. 11.

Blechschmidt, Marine-Schiffbaumeister, Berlin W 30, Heilbronner Str. 7.

Bleicken, B., Dipl.-Ing., Hamburg 20, Tarpenbeck-Str. 128.

Block, Hch., Ingenieur, Lokstedt b. Hamburg, Waldersee-Str. 22.

Blohm, Eduard, Ingenieur, Hamburg, Koop-Str. 26.

Blohm, M. C. H., Ingenieur, Hamburg, 90
Hüsumer Str. 21.

Blümcke, Richard, Direktor der Schiffs- und Maschinenbau-Akt.-Ges. Mannheim in Mannheim.

Blumenthal, G. E., Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Jungfrauenthal 2.

Bocchi, Guido, Bureau-Chef der Werkstätten der Firma G. Ansaldo Armstrong & Co., Sestri Ponente, via Ugo Foscolo 5. int. no 6. Italien.

Bock, F. C. A., Zivil-Ingenieur, Hamburg, 23, Hasselbroock-Str. 29.

Bock, W., Marine-Oberbaurat und Schiffbau- 95
Betriebsdirektor, Kiel, Feld-Str. 140.

Bockelmann, H., Schiffbau-Betriebsingenieur, Stettiner Oderwerke.

Bockhacker, Eug., Geheimer Oberbaurat und vortr. Rat im Reichs-Marineamt, Wilmersdorf, Hohenzollerndamm 201.

Boekholt, H., Marine-Baurat a. D., Grabke b. Bremen, Grabker Chaussee 172.

Bohnstedt, Max, Professor, Direktor der Königl. höheren Schiff- und Maschinenbauschule zu Kiel, Knooper Weg 56.

Boie, Harry, Ingenieur, Hamburg 30, Wrangel- 100
str. 10 I.

Bonhage, K., Marine-Baurat, Abnahmebeamter in Düsseldorf.

Böning, O., Schiffbau-Oberingenieur, Klein-Flottbeck, Eichen-Alle 7. Stett. Maschinenbau-A.-G. Vulkan, Hamburg-Niederlassung.

Bormann, Alfred, Kaiserl. Russ. Schiffbau-Ingenieur am Kaiserl. Russ. Ministerium des Wegebaues, St. Petersburg, Italienische Str. 17.

v. Borries, Friedrich, Marine-Baumeister, Kiel, Düppel-Str. 54.

105 Böttcher, Max, Schiffbau-Ingenieur, Langfuhr b. Danzig, Robert-Reinick-Weg 8 I.

Boyens, Friedrich, Ingenieur, Elbing, Leichnam-Str. 143 II.

Bramigk, Schiffbau-Ingenieur, Roßlau a. E., Dessauer Str. 90 I.

Bredsdorff, Th., Schiffbau-Direktor, Flensburg, Apenrader Str. 25.

Breer, Wilh., Schiffbau-Ing. und erster Schiffs-Vermesser, Hamburg, Fruchtallee 38.

110 Breitländer, Friedrich, Ingenieur, Niederschönhausen, Kaiserin-Augusta-Str. 22.

Breuer, C., Ingenieur, Stettin, Mühlenstr. 12.

Brinkmann, G., Geheimer Marine-Baurat und Schiffbau-Direktor, Wilhelmshaven, Adalbert-Str. 11.

Brinkmann, Oberingenieur der Germania-Werft, Kiel, Berg-Str. 25.

Bröcker, Th., Maschinen-Ingenieur, Hamburg, Alardus-Str. 22.

115 Brommundt, G., Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Wallstr. 6b.

Brose, Eduard, Ingenieur, Elbing, Äußerer Mühlendamm 34.

Brotzki, Julius, Regierungsrat, Berlin W. 15, Xantener Str. 7.

Bruckhoff, Carl A. E., Leiter der Versuchs-Station des Norddeutschen Lloyd, Lehe, Hafen-Str. 159.

Brüll, Max R., Schiffsmaschinenbauingenieur, Hamburg 21, Eppendorferbaum 41.

120 Brumm, Ernst, Diplom-Ingenieur, Wellingsdorf-Kiel, Gabelsberger Str. 28.

Bruns, Heinr., Konsul, Zivilingenieur i. Fa. H. Diederichsen, Kiel, Niemannsweg 90.

Bub, H., Schiffbau-Ingenieur, Vegesack, Bremer Vulkan.

Buchsbaum, Georg, Schiffbau-Ingenieur beim Germ. Lloyd, Friedenau, Goßler-Str. 13.

Bufe, C., Schiffbau-Ingenieur, Elbing, Johannis-Str. 19.

Bull, Harald, Ingenieur, Hamburg, Eims- 125
büttler Str. 48.

v. Bülow, Schiffbau-Ingenieur, Prokurist des Germ. Lloyd, Gr.-Lichterfelde-O., Annastraße 2.

Bürkner, H., Geh. Marine-Baurat und vortragender Rat im Reichs-Marine-Amt, Gr.-Lichterfelde O., Jungfernstieg 12.

v. Burstini, Ingenieur, Stettin, Prutz-Str. 8.

Busch, H. E., Ingenieur, Hamburg, Lessinghaus, Gänsemarkt.

Buschberg, E., Marine-Baurat, Stettin, 130
Kronprinzenstr. 15.

Büsing, R., Maschinenbau-Ingenieur, Bremerhaven, Kaiserstr. 2 b.

Buttermann, Ingenieur, Pankow b. Berlin, Amalienpark 5.

Büttgen, Schiffbauingenieur, Kiel-Gaarden, Friedrich Krupp A.-G., Germaniawerft, Hohenzollernring 61.

Buttmann, Marine-Schiffbaumeister, Friedenau, Wilhelmshöherst. 24 II.

Caldwell, James, Marine-Engineer, Glasgow, 135
Elliot-Street 130.

Carlson, C. F., Schiffbau-Ingenieur, Danzig, Werft von F. Schichau.

Cerio, Schiffbauingenieur, Kiel-Gaarden, Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft.

Chace, Mason, S., Schiffbau-Ingenieur. Wales St., Dorchester, Boston, Mass. U.S.A.

Clark, Charles, Professor am Polytechnikum, Riga, Mühlenstr. 58 II.

Clausen, Ernst, Schiffbau-Ober-Ingenieur und 140
Chef des Konstruktionsbureaus der Friedrich Krupp Akt.-Ges. Germaniawerft, Kiel, Walkerdamm 1 II.

Claußen, Ernst, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur der Aktiengesellschaft „Weser“, Bremen 13.

Cleppien, Max, Marinebaurat a. D., Hamburg, Schiffsmaschinenschule.

Collin, Max, Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Kiel, Kaiserl. Werft.

Conradi, Carl, Marine-Ingenieur, Christiania, Prinsens Gade 2 b.

145 Cordes, Tönjes, Oberingenieur, Hamburg-Steinwärder, i. Fa. Stülcken & Sohn.

Cornehls, Otto, Direktor der Reiherstieg-Schiffswerfte und Maschinenfabrik, Hamburg, Kl. Grasbrook.

Coulmann, Marine-Baumeister, Danzig, Stadtgraben 12.

Crets, M. C. Edmond, Direktor der Chantier naval Cockerill, Hoboken—Anvers.

Creutz, Carl Alfr., Direktor der Oehta-Schiffswerft u. Maschinenfabrik W. Crichton & Co., St. Petersburg, Rußland.

150 Dahlby, Gustav, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Isestr. 93 II.

Dammann, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Langenhorn, Langenhorner Cha ssee No. 197.

Degn, Paul Frederik, Diplom-Ingenieur, Bremen, Frühlingstr. 7.

Deichmann, Karl, Ingenieur, Hamburg, Margarethen-Str. 76.

Delaunay-Belleville, Robert, Ingenieur, Saint-Denis sur Seine.

155 Demnitz, Gustav, Betriebsdirigent an der Kaiserl. Werft, Danzig, Am Jakobstor 5—6.

Dentler, Heinr., Stettin, Unterwiek 16.

Dieckhoff, Hans, Prof., Techn. Direktor der Woermann-Linie und der Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Leinpfad 82.

Dietrich, A., Marine-Schiffbaumeister, Steglitz, Sedan-Str. 40 I.

Dietze, E., Schiffbau-Oberingenieur, Roßlau a. E., Pötsch-Str. 14.

160 Dietze, F. M., Inspektor für Maschinen- und Schiffbau, Ahrensburg b. Hamburg.

Dietze, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Gaarden, Wilhelminenstr. 15.

Dix, Joh., Marine-Baurat, Kiel, Feldstr. 134

v. Dorsten, Wilhelm, Ingenieur der Rheinschiffahrt A.-G. vorm. Fendel, Mannheim.

Drakenberg, Jean, Maschinen-Ingenieur, Direktor der Bergungs-Gesellschaft „Neptun“, Stockholm, Kungsträdgårdsgatan 12.

165 Dreyer, E., Max, Ingenieur für Schiff- und Maschinenbau, Inspektor des Germanischen Lloyd, Hamburg 11.

Dreyer, Fr., Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg, Eidelstedterweg 29.

Dreyer, Karl, Elektroingenieur der Firma F. Schichau, Elbing, Königsberger Str. 14a.

Drossel, Aug., Schiffbaumeister, Stettin, Birkenallee 40 II.

Egan, Edward, Oberingenieur in der Schiffahrtssektion des k. ungar. Handelsministeriums, Budapest II.

Eggers, Julius, Oberingenieur, Technischer Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg-Harvestehude, St. Benedict-Str. 34. 170

Ehrlich, Alexander, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Gustav-Adolf-Str. 11.

Eichhorn, Osc., Geh. Marinebaurat u. Schiffbaudirektor, Danzig, Rennerstiftsgasse 10.

Eigendorff, G., Schiffbau-Ingenieur und Besichtiger des Germanischen Lloyd, Brake i. Oldenburg.

Ekström, Gunnar, Extra-Marine-Ingenieur, Flottansvarf, Karlskrona.

Elste, R., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Eimsbüttel, Bismarck-Str. 4. 175

Elze, Theodor, Schiffbau-Ingenieur, Bad Oynhausen, i. Fa. Irmer & Elze.

Engel, Otto, Marine-Baurat, Berlin W. 3, Heilbronner Str. 7.

Erbach, R., Schiffbau-Diplom-Ingenieur, Kiel-Gaarden, Germaniawerft, Geibelplatz 13.

Erdmann, Paul, Ing.-Maschinenbesichtiger d. Germanischen Lloyd Rostock, Friedrich-Str. 7.

von Essen, W. W., Ingenieur, Hamburg 11, Globushof, Trostbrücke 2. 180

Esser, Matthias, Ober-Ingenieur, Bremen, Wall 36.

Euterneck, P., Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Viktoria-Str.

Evers, F., Schiffbaudirektor bei Nüscke & Co., Stettin, Königsplatz 14.

Falbe, E., Diplom-Ingenieur, Betriebsdirigent d. Kaiserl. Werft, Kiel, Lornsen-Str. 47.

Falk, W., Schiffbau-Ingenieur und Yacht-Agentur, Schiffbaulehrer a. d. Navigationsschule, Hamburg, Annen-Str. 30. 185

Fechter, Georg, Ober-Ingenieur, Landsberg a. W., Berg-Str. 41.

Fechter, Gust., Schiffbaumeister, Königsberg i. Pr.

Fesenfeld, Wilh., Oberlehrer und Diplom-Ingenieur, Bremerhaven, Schleusen-Str. 11.

Festerling, S., Ingenieur, Hamburg 24, Wandsbecker Stieg 43.

190 Fischer, Fr., Betriebs-Ingenieur, Elbing Altst., Wall-Str. 13.

Fischer, Willi, Ingenieur, Altona a. d. Elbe, Philosophenweg 25.

Flach, H., Marine-Oberbaurat a. D., Stettin, Friedrich-Carl-Str. 36.

Flamm, Osw., Geheimer Regierungsrat, Professor an der Königl. Techn. Hochschule, Nikolassee b. Berlin, Lückhoffstr. 30.

Fliege, Gust., Direktor der Stettiner Maschinenbau Akt.-Ges. Vulcan, Hamburg 9, Vulkanwerft.

195 Flood, H. C., Ingenieur und Direktor der Bergens Mechaniske Varksted, Bergen (Norwegen).

Flügel, Paul, Ingenieur und Maschinen-Inspektor, Lübeck, Mühlenbrücke 1a.

Foerster, Dr.-Ing. Ernst, Oberingenieur bei Blohm & Voß, Altona-Otmarschen, Beselerstr. 8.

Folkerts, H., Ingenieur und Privatdozent, Aachen, Rütscherstr. 40.

Föttinger, Hermann, Dr.-Ing., Professor, Danzig-Zoppot, Bädeckerweg 13.

200 Frahm, Herm., Direktor der Werft Blohm & Voß, Hamburg, Klosterallee 18.

Franke, Emil, Betriebs-Ingenieur, Roßlau, Haupt-Str. 49.

Frankenberg, Ad., Marine-Baurat, Wilhelmshaven, Kaiserstr. 10.

Franz, J., Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Gustav-Adolf-Str. 25.

Fränzel, Curt, Direktor der Königl. Seemaschinistenschule in Stettin.

205 Friederichs, K., Rechnungsrat im Reichs-Marine-Amt, Friedenau, Hähnelstr. 3.

Fritz, G., Geheimer Oberbaurat und vortr. Rat im R.-M.-A., Berlin W 30, Hohenstaufen-Str. 67.

Fritz, Walter, Oberingenieur d. Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G., Abteilung für Schiffsturbinen, Berlin NW. 40, Hindersin-Str. 14.

Früchtenicht, O., Schiffbau-Ingenieur, Werft vorm. Janssen & Schmilinsky A.-G., Hamburg, Steinwärder.

Fuchs, Gustav, Diplom-Ingenieur, Hamburg, Fröbelstr. 10 I.

Gamst, A., Fabrikbesitzer, Kiel, Eckern- 210
förder Chaussee 61.

Gannott, Otto, Rechnungsrat im Reichs-Marine-Amte, Groß-Lichterfelde West, Ringstr. 24.

Gätjens, Heinr., Schiffbau-Ing. der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Ferdinandstr.

Gebauer, Alex, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Traubenstr. 11.

Gebers, Fr., Dr.-Ing., Vorsteher in der königlichen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin N.W. 23, Schleuseninsel.

Gehlhaar, Franz, Regierungsrat, Mitglied des 215
Kaiserlichen Schiffs-Vermessungs-Amtes, Berlin-Westend, Eschenallee 13.

Gerlach, Ferdinand, Schiffbauingenieur, Hamburg 37, Klosterallee 63.

Gerloff, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Geestemünde, Markt-Str. 1.

Gerner, Fr., Betriebs-Ingenieur der Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, Hassee-Rendsburger Land-Str. 71.

Giebeler, H., i. Fa. Gebr. Maaß, G. m. b. H., Schiffswerft, Maschinenbauanstalt u. Eisengießerei, Neu-Strelitz, Strelitzer Str. 52 I.

Gierth, R., Oberingenieur der Vereinigten 220
Elbschiffahrts-Gesellschaften A.-G., Dresden-Plauen, Würzburger Str. 38.

Giese, Ernst, Geheimer Regierungsrat, Charlottenburg, Carmerstr. 16.

Gleim, W., Direktor, Kassel, Herkulesstr. 12.

Gnutzmann, J., Schiffbau-Oberingenieur, Langfuhr b. Danzig, Heiligenbrunnerweg 4.

Goecke, E., Marine-Baurat, Düsseldorf, Geibelstr. 6.

Gorgel, Diplom-Ingenieur, Friedenau, 225
Haupt-Str. 73.

Grabow, C., Marine-Oberbaurat und Maschb.-Betriebsdirektor, Danzig-Langfuhr, Hauptstraße 139 III.

Grabowski, E., Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Friedrich-Wilhelm-Str. 35.

Grauert, M., Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebs-Direktor, Langfuhr bei Danzig, Heiligenbrunner Weg 6.

Green, Rudolf, Oberingenieur u. Prokurist, Dietrichsdorf bei Kiel, Höckendorfer Weg 31.

230 Greiner, Léon, Ingenieur Sté Cockerill, Seraing Belgien.

Greve, Heinrich, Ingenieur, Dessau, Richard Wagner-Str. 15.

Grimm, Max, Diplom-Ingenieur, techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Charlottenburg 5, Philippstr. 4 II.

Gronwald, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Eimsbüttel, Henriettenstr. 9.

Groth, W., Ingenieur der Hanseat. Elektr.-Ges., Hamburg, Semperhaus.

235 Grotrian, H., Schiffbau-Ingenieur, Oberlehrer am Technikum zu Hamburg, Hamburg-Ohlsdorf, Fuhlsbütteler Str. 589.

Gümbel, L., Professor Dr.-Ing., Charlottenburg, Schloss-Str. 66 III.

Haack, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Inspektor des Germanischen Lloyd, Stettin, Frauenstr. 50.

Hadenfeldt, Ernst, Direktor, Hamburg, 2. Vorsetzen 4.

Haensgen, Osc., Maschinenbau-Ingenieur, Flensburger Schiffsbau-Ges., Flensburg.

240 Haertel, Siegfried, Schiffbau-Diplom-Ingenieur, Gross-Lichterfelde bei Berlin, Elisabethstr. 30.

Hahn, Carl, Ingenieur der Bremer Assekuradeure, Bremen, Börsennebengebäude 33.

Hahn, Paul L., Schiffsmaschineningenieur bei der Akt.-Ges. „Weser", Bremen, Altenwall 1.

Hammar, Hugo G., Schiffbau-Oberingenieur, Göteborgs Nya Verkstad A. B., Göteborg.

Hammer, Erwin, Ing. bei J. Frerichs & Co., Osterholz-Scharmbeck.

245 Hantelmann, Kurt, Oberlehrer an der Seemaschinisten- u. Schiffsingenieurschule, Rostock, St. Georgstr. 63a.

Häpke, Gustav, Diplom-Ingenieur, techn. Hilfsarbeiter am Reichs-Marine-Amt, Charlottenburg, Dahlmannstr. 4.

Harich, Arnold, Dipl.-Ing., Stettin, Giesebrechstr. 1.

Harmes, Fritz, Schiffbauingenieur, Stettin, Kronenhofstr. 7.

Harms, Otto, Betriebsass. d. Flensbg. Schiffb.-Ges., Flensburg, Trosbuystr. 33.

Hartmann, C., Baurat, Vorstand der Dampf- 250
kessel- und Maschinenrevision der Baupolizeibehörde, Hamburg, Juratenweg 4.

Hartmann, Hans, Marine-Baurat, Zoppot bei Danzig, Königstr. 21a.

Hass, Hans, Diplom-Ingenieur, Dozent für das technische Vorlesungswesen Hamburg und Oberlehrer an den höheren technischen Staatslehranstalten Hamburg, Schrötteringsweg No. 8 pt.

Heberrer, F., Ing., Stettin, Birkenallee 30 III.

Hedén, A., Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Göteborg, Mek. Werkstad.

Heidtmann, H., Schiffbau-Ingenieur, Ham- 255
burg 21, Hofweg 64.

Hein, Hermann, Dipl.-Ing., Bremen, Wartburgstr. 89.

Hein, Paul, Ingenieur, Hamburg, Eppendorfer Weg No. 178 I.

Hein, Th., Rechnungsrat im Reichs-Marine-Amt, Charlottenburg, Kantstr. 68 I.

Heinen, staatl. gepr. Bauführer, Betriebs-Ingenieur, Lichtenberg b. Berlin, Herzbergstr. 24/25.

Heitmann, Johs., Schiffbau-Ingenieur, Ham- 260
burg, St. G., Langereihe 112 pt.

Heitmann, Ludwig, Betriebsingenieur, Hamburg 19, Eichenstr. 92 Hochpart.

van Helden, H., Oberinspektor der Holland-Amerika-Linie, Rotterdam 78 West Zeedyk.

Heldt, Karl, Schiffbauingenieur, Stettin, Logengarten 16 II.

Hellemans, Thomas Nikolaus, Schiffsm.-Ingenieur, Dessau, Agnesstr. 16.

Helling, Wilhelm, Oberingenieur, Gr.-Flott- 265
beck b. Altona, Grottenstr. 9.

Hemmann, Marine-Schiffbaumeister Wilhelmshaven, Wallstr. 27.

Hempe, Gust., Oberingenieur, Steglitz bei Berlin, Grunewaldstr. 5.

Henke, Gust., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Elbing, Weingarten 3.

Hering, Geh. Konstr.-Sekretär im Reichs-Marine-Amt, Zehlendorf, Beerenstr. 39

270 **Herrmann**, Hugo, k. u. k. Maschinenbau-Oberingenier I. Kl., Maschinenbaudirektor, Pola, Seearsenal.

Herner, H., Diplom-Schiffbau-Ingenieur, Oberlehrer an der Königl. höheren Schiff- und Maschinenbauschule, Kiel, Sophienblatt 7.

Herzberg, Emil, Maschinen-Inspektor, Expert für Lloyds Register, Stettin, Bollwerk 12—14.

Hildebrandt, Hermann, Schiffbau-Oberingenieur der A.-G. „Weser", Bremen, Nordstr. 57.

Hildebrandt, Max, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Stettin, Stettiner Maschinenbau A.-G. „Vulkan".

275 **Hildenbrand**, Carl, Oberingenieur, Bremen, Werft-Str. 24.

Hinrichsen, Henning, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing.

Hitzler, Th., Schiffbau-Ingenieur, Schiffswerft Hamburg-Veddel.

Hoch, Johannes, 1. Konstrukteur für Schiffmaschinenbau, Cosel bei Breslau No. 4b.

Hoefs, Fritz, Oberingenieur, Bremerhaven, Bürgermeister-Smidtstr. 71.

280 **Hoffmann**, C., Direktor der Lübecker Maschinenbau-A.-G. Lübeck, Parkstr. 58.

Hoffmann, W., Betriebsingenieur der Werft von Blohm & Voß, Hamburg, Lappenbergsallee 23 II.

Hohn, Theodor, Bürochef für Schiffsmaschinen- und Kesselbau, Kiautschou-China, Tsingtauer Werft.

Holthusen, Wilh., Ober-Ingenieur, Hamburg, Vorsetzen 42.

Holtz, R., Werftbesitzer, Harburg a. E.

285 **'t Hooft**, J., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, s'Gravenhage, Rivuwstraat 185.

Hölzermann, Fr., Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Danzig, Langfuhr, Jäschkenthalerweg 26.

Horn, Fritz, Dr.-Ing., Schiffbau-Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Rickertweg 15.

Hossfeld, P., Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat im Reichs-Marine-Amt, Berlin W. 15, Pariserstr. 38.

Howaldt, Georg, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf Xantener Str. 20.

Hüllmann, H., Geh. Oberbaurat u. Vorstand der Abteilung für Schiffbau-Angelegenheiten des Konstr.-Departements des Reichs-Marine-Amts, Berlin W. 15, Württembergische Str. 31/32. 290

Hutzfeldt M., Prokurist, Kiel-Wellingsdorf, Wehdenweg 26.

Ilgenstein, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Charlottenburg, Knesebeckstr. 2.

Isakson, Albert, Schiffbau-Ingenieur, Inspektor des Brit. Lloyd, 34 Skeppsbron, Stockholm.

Jaborg, Georg, Marine-Maschinen-Baumeister, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Jacob, Oskar, Betriebs-Ingenieur, Stettin, Karkutsch-Str. 15. 295

Jacobsen, Waldemar, Oberingenieur, Bergsunds Mek. Verkstads A. B., Stockholm.

Jaeger, Johs., Geheimer Ober-Baurat a. D., Halle a. S., Richard-Wagner-Str. 40.

Jahn, Gottlieb, Dipl.-Ing., Kiel, Göthestr. 8 pt.

Jahnel, A., Schiffbau-Oberingenieur, Vereinigte Elbschiffahrts-Gesellschaft, Radebeul b. Dresden, Bismarck-Str. 5.

Janke, Paul, Marine-Baurat und Schiffbau-Betriebsdirektor a. D., Danzig. 300

Jansson, H., Ingenieur, Kiel, Schillerstr. 24.

Jappe, Fr., Betriebs-Ingenieur, Hamburg, Schanzenstr. 79.

Jensen, Alb., Schiffbau-Ingenieur, Oliva (Westpr.), Georg-Str. 10.

Johannsen, F., Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Wellingdorf, Wehdenweg 20.

Johannsen, W., Schiffbaumeister, Direktor der Danziger Schiffswerft und Maschinenbauanstalt Johannsen & Co., Danzig. 305

Johansen, P. C. W., Schiffbau-Ingenieur, Flensburg. Bauer Land-Str. 11 I.

Johns, H. E., Ingenieur, Hamburg, Admiralitäts-Str. 37 pt.

Johnson, Alex A., Schiffbau-Ingenieur, St. Petersburg, Baseinajastr. 39.

Judaschke, Franz, Schiffbau-Ingenieur, Stettin-Grabow, Poststr. 8.

Jülicher, Ad., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Schloßstr. 2-8. 310

Jungclaus, E. W., Besichtiger des Germ. Lloyd, Bremerhaven.

Just, Curt, Kaiserlicher Marine-Schiffbaumeister, Halensee, Paulsborner Str. 9.

Justus, Ph. Thr., Ingenieur und Direktor der Atlas-Werke A.-G., Bremen.

Kagerbauer, Ernst, k. und k. Schiffbau-Oberingenieur II. Kl. a. D., schiffbautechnischer Konsulent d. k. k. Seebehörde in Triest. Via Dei Giustinelli Nr. 1a.

315 Kappel, Henry, Ingenieur, Cassel-Wilhelmshöhe, Landgraf Carlstr. 27.

Karstens, Paul, Ingenieur, Altona, Friedhofstrasse 15.

Kasten, Max, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Harvestehude, Brahms-Allee 123.

Keiller, James, Oberingenieur, Göteborg.

Kell, W., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Stettin, Birkenallee 3.

320 Kenter, Max, Marine-Baurat, Baubeaufsichtiger bei den Howaldts-Werken, Kiel,

Kernke, Fritz, Marine-Schiffbaumeister. Berlin W. 30, Freisinger-Str. 2.

Keuffel, Aug., stellv. Direktor der Act.-Ges. „Weser“, Bremen, Lützowerstr. 10.

Kiel, Karl, Ingenieur, Hamburg, Rutschbahn 36.

Kienappel, Karl, Betriebs-Ingenieur, Elbing, Brandenburger Str. 10 I.

325 Kiepke, Ernst, Maschinen-Ingenieur, Stettin, Bredow, „Vulcan“.

Killat, Techn. Sekretär, Friedenau, Kaiserallee 142.

Kindermann, B., Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl. Schiffsvermessungsamtes, Friedenau bei Berlin, Südwest-Korso 76.

Kirberg, Friedrich, Konstr.-Sekretär, Steglitz, Ring-Str. 57.

Klagemann, Johannes, Marine-Baurat, Wilmersdorf, Hohenzollerndamm 197.

330 Klamroth, Gerhard, Professor, Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Flensburg, Clädenstr. 7.

Klatte, Johs., Schiffbau-Ingenieur, i. Fa. J. H. N. Wichhorst, Hamburg, Mundsburgerdamm 18.

Klawitter, Fritz, Ingenieur u. Werftbesitzer, Danzig, i. F. J. W. Klawitter, Danzig.

Kleen, J., Ingenieur, Hamburg-Hamm, Landwehr-Str. 81.

Klein, Karl, Betriebs-Ingenieur, Danzig, Schichau-Werft.

von Klitzing, Philipp, Direktor der Nordseewerke, Emden. 335

Kluge, Otto, Marine-Baurat, Kiel, Jägersberg 19a.

Knaffl, A., Ingenieur, Dresden-A., Bendemann-Str. 13.

Knappe, H., Maschinenbau-Direktor, Neptunwerft, Rostock.

Knauer, W., Oberingenieur und Prokurist des Bremer Vulkans, Vegesack.

v. Knobloch, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Dammstr. 52 II. 340

Knorr, Paul, Ingenieur u. Oberlehrer an der Königl. höheren Schiff- u. Maschinenbau-Schule, Kiel, Schiller-Str. 15.

Knudsen, Ivar, Direktor der Firma Burmeister & Wain's, Kopenhagen.

Koch, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Isestr. 25 II.

Koch, Karly, Oberingenieur der Ottensener Maschinenfabrik, Altona (Elbe).

Koch, Joh., Direktor, Dietrichsdorf b. Kiel. 345

Koch, W., Ing., Lübeck, K. Friedrich-Platz 25.

Köhler, Albert, Marine-Maschinen-Baumeister, Wilhelmshaven, Mittelstr. 4 II.

Köhn von Jaski, Th., Geheimer Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Kiel-Gaarden, Dienstwohngebäude I, Kaiserliche Werft.

Kolbe, Chr., Werftbesitzer, Wellingdorf bei Kiel.

Kolkmann, J., Schiffsmaschinenbau-Ober-Ingenieur, Elbing, Schiffbauplatz 2. 350

Kölln, Friedrich, Diplom-Ingenieur, Schiffbauingenieur, Kiel, Feldstr. 13 I.

Konow, K., Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Charlottenburg, Fasanen-Str. 11.

Kopp, Herm., Schiffbau-Betriebsdirektor, Kiel, Jägersberg 15.

Körner, Paul, Ingenieur, Langfuhr, Marien-Straße 9.

Köser, I., Ingenieur, i. Fa. I. H. N. Wichhorst, Hamburg, Kl. Grasbrook. 355

Kraft de la Saulx, Ritter Johann, Dr.-Ing., Chef-Ingenieur der Gesellschaft John Cockerill, Seraing.

Kraft, Ernest A., Diplom-Ingenieur, Berlin NW. 23, Holsteiner Ufer Nr. 1 p.

Krainer, Paul, Ordentl. Professor a. d. Königl. Techn. Hochschule Berlin, Charlottenburg, Leibniz-Str. 55.

Kramer, Fritz, Ing., Hamburg, Parkallee 18.

360 Kramer, Oberingenieur, Kiel, Forstweg 39.

Krell, H., Marine-Oberbaurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor, Kiel, Kaiserliche Werft.

Kretschmer, Otto, Professor, Charlottenburg, Stuttgarter Platz 21.

Kretzschmar, F., Schiffbau-Ingenieur bei Escher, Wyss & Cie., Zürich, Sonneggasse 72.

Krieger, Ed., Geheimer Marinebaurat, Lehrer an der Marineschule, Flensburg, Moltkestr. 29.

365 Kristanz, Hermann, Ingenieur, Hamburg, Falkenried 83 III.

Krohn, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Werft-Str. 124 g.

Krüger, C., Direktor, Hamburg 24, Reiherstieg-Schiffswerfte und Maschinenfabrik.

Krüger, Hans, Marine-Maschinenbaumeister a. D., Hamburg, Armgartstr. 4.

Krüger, Hans, Marinebauführer, Wilhelmshaven, Roonstr. 111 I.

370 Krüger, Gustav, Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 19, Eppendorfer Weg 152 III.

Krumreich, Geheimer Konstr.-Sekretär im R. M. A., Friedenau b. Berlin, Schmargendorfer Strasse 11.

Kruth, Paul, Masch.-Ingenieur, Hamburg 30, Eppendorfer Weg 265 III.

Kuck, Franz, Marine-Oberbaurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Kühn, Richard, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, Geestemünde, Am Deich 18.

375 Kühne, Ernst, Ingenieur, Bremen, Kaiserstraße 12.

Kühnke, Marine-Schiffsbaumeister, Kiel, Düppel-Str. 54.

Kunert, Leo, Oberingenieur, Triest, Stabilimento Tecnico Triestino.

Kuschel, W., Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Grabower Str. 6 II.

Laas, Walter, Professor für Schiffbau an der Königl. Techn. Hochschule, Charlottenburg 4, Clausewitzstr. 6.

Lake, Simon, Naval Architect, Carlton House, 380
Waterloo Place, London.

Lampe, Marine-Schiffbaumeister, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Lange, Alfred, Dipl.-Ing., Schiffbau-Betriebs-Ingenieur, Kiel, Geibelplatz 2.

Lange, Heinrich, Schiffbauingenieur, Blankenese b. Altona, Friedrichstr. 10.

Lange, Johs., Diplom-Ingenieur, techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Charlottenburg, Galvanistr. 18.

Lange, J. W., Ingenieur, Direktor der Schiffs- 385
werft und Maschinenfabrik Akt.-Ges. vorm. Lange & Sohn, Riga.

Lange, Leo, Betriebs-Ingenieur der Schiffswerft und Maschinenfabrik Akt.-Ges. vorm. Lange & Sohn, Riga, Schiffer-Str. 44.

Larsen, Herluf, Schiffbauingenieur, Flensburg, Burgfried 11.

Laudahn, Wilhelm, Marine-Maschinenbaumeister, Grunewald, Gill-Str. 2a.

Läzer, Max, Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Gaarden, Germaniawerft.

Lechner, E., Marine-Baumeister a. D., General- 390
direktor, Köln-Bayenthal, Alteburger Str. 357.

Leentvaar, W. E., Schiffbauingenieur, Betriebschef, Dortmund, Neuer Graben 401.

Lehmann, Martin, Geheimer Marine-Baurat a. D., Düsseldorf, Herderstr. 5.

Lehr, Julius, Regierungs-Baumeister a. D., Berlin W. 35, Potsdamer Str. 17.

Leist, Carl, Professor a. d. Technischen Hochschule, Berlin W. 15, Fasanen-Str. 63.

Lempelius, Ove, Dipl.-Ingenieur, Flensburg, 395
Werftstr. 1.

Leucke, Otto, Dr. phil., Dipl.-Ingenieur der Vulkanwerft, Hamburg-Uhlenhorst, Schrötteringsweg 8.

Leux, Carl, Schiffbau-Direktor, Prokurist, bei F. Schichau, Elbing.

Leux, Ferdinand, Boot- und Yachtwerft Frankfurt a. M.-Niederrad.

Libbertz, Otto, Generaldirektor, Hamburg 37, Brahmsallee 47.

Liddell, Arthur R., Schiffbau-Ingenieur, 400
Charlottenburg, Herder-Str. 14.

Lilliehöök, H. H., Chef-Konstrukteur der Kgl. Schwed. Marine, Stockholm, Linnégatan 22.

Lienau, Otto, Professor, Diplom-Ingenieur, Danzig, Technische Hochschule.

Linder, Ernst, Ober-Ing., Hamburg, Hochallee 108 ptr.

Lindfors, A. H., Ingenieur, Göteborg, Skeppsbron 4.

405 Lippold, Fr., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Osterstr. 20 III.

Löflund, Walter, Marine-Schiffbaumeister, Danzig, Kaiserl. Werft, Ziegelstr. 35 I.

Löfstrand, Gust. L., Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Gustav-Adolf-Str. 5.

Lorenz, Karl, Geh. Konstruktions-Sekretär, Friedenau, Eschen-Str. 3.

Lorenzen, L., Ingenieur bei Blohm & Voß, Altona, Cirkusstr. 7.

410 Lösche, Joh., Marine-Baurat, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Losehand, Fritz, Maschinen-Ingenieur, Kiel, Germania-Werft.

Lottmann, Marine-Baumeister, Berlin W. 50, Nachod-Str. 11.

Ludewig, Otto, jr., Schiffbaumeister, Rostock, Schiffswerft beim Wendentor.

Ludwig, Emil, Ingenieur, Stettin, Kronenhofstraße 16.

415 Lundholm, O. E., Professor d. Königl. Techn. Hochschule, Stockholm, Thulegatan 27.

Lühring, F. W. Mitinhaber. d. Fa. C. Lühring, Schiffswerft, Kirchhammelwarden a. d. Weser.

Mainzer, Bruno, Mitinhaber d. Werft G. Fechter, Königsberg i. Pr., Mühlenberg 9.

Malisius, Paul, Marine-Baurat, Wilhelmshaven, Kaiserstr. 120 II.

Marseille, Theo, Dipl.-Ing., Schiffswerft, Cöln-Deutz, Cöln a. Rh., Rheingasse 16.

420 Matthaei, Wilhelm, O., Dr. Ing., Charlottenburg, Galvani-Str. 7.

Matthiessen, Paul, Schiffbau-Betriebsingenieur der Stettiner Maschinenbau-Akt.-Ges. „Vulcan", Hamburger Niederlassung, Hamburg 19, Alardusstr. 8.

Mechlenburg, K., Marine-Oberbaurat a. D., Elbing.

Medelius, Oskar Th., Betriebs-Ingenieur, Göteborg, Mek. Werkstad.

van Meerten, Henrik, Oberingenieur der Königl. Niederl. Marine a. D., Buitenzorg, Java.

Mehlhorn, Alfred, Maschinenbaudirektor der A.-G. „Neptun", Rostock, Tessiner Chaussee 18. 425

Meier, B., Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Gaarden, Fried. Krupp A. G. Germaniawerft.

Meier, Bruno, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Isestr. 13.

Meifort, Joh., Direktor der Dresdener Masch.-Fabr. u. Schiffswerft-Akt.-Ges., Uebigau, Albertplatz 10.

Meinke, Aug., Ingenieur, Kiel, Königsweg 29.

Meisemann, Hans, Dipl.-Ing., Bremen, Akt.-Ges. „Weser". 430

Meissner, Conrad, Schiffbauingenieur, Hamburg 27, Billwärder, Neuerdeich 192.

Meldahl, K. G., Schiffbau-Direktor der Frederiksstad mek. Verksted, Frederikstad, Norwegen.

Menier, Gaston, Zivilingenieur, Paris, Rue de Châteaudun 15.

Menke, Hermann, Ingenieur, Stettin, Birken-Allee 18, II.

Mennicken, E., Geh. Konstruktions-Sekretär, Steglitz, Stubenrauchplatz 3, I. 435

Mentz, Walter, Professor an der Königl. Techn. Hochschule Danzig--Langfuhr, Friedenssteg 5.

Merten, Paul, Ing., Hamburg, Klostertor 3.

Methling, Kaiserlicher Marinebaurat, Berlin W. 30, Heilbronner Strasse 2.

Meyer, Bernhard, Diplom-Ingenieur, Papenburg.

Meyer, C., Dipl.-Ing., Hamburg, Banks-Str. 44. 440

Meyer, F., Schiffbau-Ingenieur, Danzig, Schichau-Werft.

Meyer, Franz, Jos., Schiffbau-Ingenieur, i. Fa. Jos. L. Meyer, Papenburg.

Meyer, H., Dipl.-Ing., Altona a. E., Poststr. 16.

Meyer, Johs., Marine-Schiffbaumeister, Baubeaufsichtigender bei der Werft der Akt.-Ges. Vulkan in Hamburg.

Meyer, Jos. L., Schiffbaumeister, Papenburg. 445

Michael, Alfred, Oberingenieur, Bremen, Nordd. Maschinen- und Armaturen-Fabrik.

Michelbach, Jos., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg 24, Sechslingspforte 17.

Milde, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Am Logengarten 11, I.

Minnich, Fritz, Schiffbau-Ing., Breslau 17, Werft Caesar Wollheim.

450 **Misch**, Ernst, Zivil-Ingenieur, Gr.-Lichterfelde West, Karl-Str. 32.

Misdorf, J., Direktor der Stettiner Oderwerke, Grabow a. O., Burg-Str. 11.

Mladiáta, A. Johannes, k. u. k. Marine-Schiffbau-Ingenieur, Pola, Oesterreich, via Kandler 76 I.

Mohr, Marine-Maschinenbaumeister, Kiel, Kaiserl. Werft, Holtenauer Str. 129.

Mölle, Geh. Konstr.-Sekretär, Nowawes, Scharnhorst-Str. 20.

455 **Möllenberg**, E., Dipl.-Ing., Schiffbauing., Heppens i. Oldbg., Friederikenstr. 3.

Möller, J., Schiffbaumeister, Rostock, Friedrich-Franz-Str. 36.

Möller, W., Ingenieur der Vulkan-Werft, Elbhof, Hamburg.

Molsen, Jan, Ingenieur, II. Direktor der Hafen-Dampfschiffahrt-A.-G. Hamburg, Neuer Pferdemarkt 21/22.

Morin, Silvius, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur 3. Kl., Wien, k. u. k. Reichs-Kriegsministerium, Marinesektion.

460 **Mötting**, Emil, Ingenieur, Dampfschiffahrts-Gesellschaft Argo, Bremen.

Müller, August, Marinebaurat, Reichsmarineamt, Berlin W. 30, Landshuter Str. 2.

Müller, A. C. Th., Oberingenieur und Prokurist der Firma F. Schichau, Elbing.

Müller, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Abteilungs-Vorsteher des Germanischen Lloyd, Berlin NW. 40, Alsen-Str. 12.

Müller, Emil, Chefingenieur d. Joh. C. Tecklenborg A.-G., Bremerhaven, Bürgermeister-Smid-Str. 63.

465 **Müller**, Ernst, Professor, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, Oberlehrer am Technikum Bremen, Rhein-Str. 6 pt.

Müller, Gust., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Unter-Str. 30.

Müller, Johannes, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Pölitzer Str. 83.

Müller, Kurt, Marine-Schiffbaumeister, Kiel, Kaiserliche Werft.

Müller, Paul, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Rüstingen i. Oldbg., Schulstr. 58.

470 **Müller**, Rich., Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Friedenau, Wagnerplatz 7.

Mugler, Julius, Marine-Baurat, Langfuhr b. Danzig.

Nagel, Joh. Theod., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Schäfer-Str. 30.

Nawatzki, V., Direktor des Bremer Vulkan, Vegesack.

Neudeck, Georg, Marine-Baumeister a. D. u. Direktor der marinetechnischen Abt. der Gebr. Körting A.-G., Kiel, Kirchhofsallee 1.

Neugebohrn, Carl, Dr.-Ing., Stettin, Pölitzer Str. 24. 475

Neukirch, Fr., Zivilingenieur, Maschineninspektor des Germanischen Lloyd, Bremen, Dobben 17.

Neumann, W., Marine-Baurat, Wilhelmshaven, Markt-Str. 45.

Neumeyer, W., Ingenieur, Bremen, Lortzing-Str. 24.

Nitsch, Josef, Schiffsmaschinenbau-Ingen., Dresden, Moritzburger Str. 21.

Nixdorf, Osw., Betriebsingenieur des Nordd. Lloyd, Bremerhaven, Bremer Str. 8. 480

Nordhausen, Fr., Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg-Hamm, Jordan-Str. 25.

Normand, Augustin, Administrateur-délégué des Chantieur & Ateliers Augustin Normand, Le Havre, France, 67, Rue du Perrey.

Nott, W., Geheimer Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Novotny, Theodor, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur I. Kl., Triest, via Giustinelli 1 A.

Oeding, Gustav, Lloydinspektor, Bremerhaven, Schleusen-Str. 3. 485

Oertz, Max, Jacht-Konstrukteur, Neuhof am Reiherstieg, Hamburg.

Oesten, Karl, Schiffbau-Oberingenieur, Kiel, Feldstr. 55a.

Oestmann, C. H., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Elbing, Königsberger-Str. 14 I.

Ofterdinger, Ernst, Vorsteher der techn. Abteilung der deutschen Levantelinie, Hamburg 19, Ottersbeckallee 3.

Orbanowski, Kurt, Diplom-Ingenieur, Gr. Flottbeck, Schiller-Str. 8. 490

Ortlepp, Max W., Schiffbau-Ingenieur, Elbing, Sonnen-Str. 76 pt.

Overbeck, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Oslebshausen b. Bremen.

Pagel, Carl, Professor, Techn. Direktor des Germanischen Lloyd, Dahlem bei Berlin, Arnim-Allee 2.

Palm, Wilhelm, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur 1. Klasse, Wien, k. u. k. Reichs-Kriegsministerium, Marinesektion.

495 Paradies, Reinh., Ingenieur, Groß-Flottbeck bei Altona, Uhland-Str.

Paulsen, H., Ingenieur, Hamburg, Wrangelstrasse 30.

Paulus, K., Regierungsrat, Stettin, Königstor 12.

Peters, A., Marine-Maschinenbaumeister, Berlin-Friedenau, Bachestr. 2.

Peters, Franz, Mannheim, Schiffs- u. Maschinenbau-A.-G. Mannheim.

500 Peters, Karl, Ingenieur, Kiel, Sophienblatt 64.

Petersen, Ernst, Ingenieur, Hamburg 37, Klosterallee 63.

Petersen, Martin, Ingenieur, Kiel, Barkauer Weg 7.

Petersen, Otto, Marine-Baurat, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Petzold, Waldemar, Schiffbau-Ingenieur, Lübeck, Israelsdorfer Allee 25.

505 Peuss, Franz, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Schierkerstr. 27.

Pfeiffer, Adolf, Schiffbau-Ingenieur, Brandenburg a. H., Jakob-Str. 25.

Pietzker, Felix, Marine-Baumeister, Wilmersdorf, Kaiserallee 159.

Pihlgren, Johan, vorm. Schiffbaudirektor der Kgl. Schwed. Marine, Ministerialdirektor, Stockholm, Banérgatan 4.

Pilatus, Rich., Marine-Oberbaurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

510 Pitzinger, Franz, k. u k. Oberster Schiffbau-Ingenieur, Marinetechnisches Komite, Pola.

Plehn, Marine-Ober-Baurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Wall-Str. 16.

Poeschmann, C. R., Direktor der Howaldtswerke, Kiel.

Pophanken, Dietrich, Marine-Baurat, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Popper, Siegfried, k. und k. General-Ingenieur i. P., Triest, Stabilimento tecnico.

Potyka, Ernst, Schiffbau-Betriebsingenieur Dietrichsdorf b. Kiel, Heikendorferweg 35. 515

Praetorius, Paul, Dr.-Ing., Marine-Baumeister, Kiel, Esmarchstr. 70.

Presse, Paul, Marine-Baurat, Kiel, Feld-Str. 90.

Probst, Martin, Dipl.-Ing., Hamburg, Dillstr. 13.

Pröll, Arthur, Dr.-Ing., Privatdozent an der Technischen Hochschule, Danzig-Langfuhr, Haupt-Str. 5.

Prusse, G., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, 520 Lerchen-Str. 20.

Raabe, G., Marine-Maschinenbaumeister, Wilhelmshaven, Bülow-Str. 1a.

Raben, Friedr., Schiffbaumeister a. D., Hamburg, Innocentia-Str. 21.

v. Radinger, Carl Edler, Ingenieur, Wellingsdorf b. Kiel, Wehdenweg 18.

Rahn, F. W., Schiffbau-Ingenieur, Groton, Conn., Verein. Staaten von Nord-Amerika.

Rammetsteiner, Moritz, k. u. k. Maschinen- 525 bau-Oberingenieur I. Kl., Pola, Marinetechnisches Komitee.

Rappard, J. H., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Hellevoetsluis.

Rasmussen, A. H. M., Direktor im Kgl. Dänischen Handels- u. Schiffahrtsministerium, Kopenhagen, Vimmelskaftel 35.

Rath, Konstr.-Sekretär, Steglitz, Schloß-Str. 17.

Rea, Harry E., Manager of Messrs. Iwan, Hunter & Wigham Richardson, Ltd., Wallsend-on-Tyne, Northumberland, England.

Rechea, Miguel, Ingeniero Naval, Ferrol, 530 Real 145, Espagne.

Reeh, Viktor, k. u. k. Maschinen-Oberingenieur I. Klasse, Wien, Reichskriegsministerium, Marinesektion.

Reichert, Gustav, Diplom-Ingenieur, Bremen, Nordstr. 120 I.

Reimers, H., Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Düsseldorf, Marine-Abnahme-Amt.

Reitz, Th., Marine-Oberbaurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 16.

Rembold, Viktor, Dipl.-Ing., Kiel, Dammstr. 25. 535

Renner, Felix, Dipl.-Ing., Maschinen-Ingenieur, Hamburg XIII, Grindelallee 100.

Richmond, F. R., Direktor, i. Fa. G. & J. Weir Ltd. Holm-Foundry, Cathcart bei Glasgow.

Richter, Otto, Schiffbau-Ingen., Bremen 13, Gröpelinger Chaussee 413.

Riechers, Carl, Betriebs-Ingenieur i. Fa. F. Schichau, Elbing i. Westpr., Kalkscheunen-Str. 9.

540 Rieck, John, Ingenieur, Mitinhaber der Werft von Heinr. Brandenburg, Hamburg-Eimsbüttel, Tornquist-Str. 32.

Rieck, Rud., Ingenieur, Hamburg, Hayn-Str. 26.

Riehn, W., Geh. Regierungsrat u. Professor, Hannover, Taubenfeld 19.

Rieppel, Paul, Dr.-Ing., Hamburg, Groß-Flottbeck, Uhland-Str. 1.

Rieseler, Hermann, Oberingenieur d. Fa. H. Maihak A.-G., Torpedo-Ing. d. Kaiserl. Marine a. D., Hamburg, Ise-Str. 95, III.

545 Riess, O., Dr. phil., Geheimer Regierungsrat, Berlin W, Königin-Augusta-Str. 23.

Rodiek, Otto, Maschinenbau-Ingenieur der Fried. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel, Am Wall 22b.

Roedel, Georg, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden.

Roellig, Martin, Marine-Baumeister, Berlin-Halensee, Westfälische Str. 31 II.

Roesler, Leonhard, k. u. k. Oberkommissar d. Binnenschiffahrts-Inspektion im Handelsministerium, Wien, Pötzleinsdorfer Str. 79.

550 Rohlffs, Carl, Ingenieur, b. Germ. Lloyd, Reinbek, Wentorf (Hamburg).

Romberg, Friedrich, Professor a. d. Königl. Techn. Hochschule zu Berlin, Nikolassee b. Berlin, Teutonia-Str. 20.

Rosenberg, Conr., Maschinenbau-Oberingenieur, Geestemünde, Joh. C. Tecklenborg, Akt.-Ges.

Rosenbusch, Hermann, Ingenieur, Elbing, i. Fa. F. Schichau.

Rosenstiel, Rud., Direktor der Schiffswerft von Blohm & Voß, Hamburg, Jungfrauental 20.

555 Roters, F., Ingenieur, Direktor d. Worthington & Blake Pumpen Comp. G. m. b. H., Harburg a. E., Feldner-Str. 8 pt.

Roth, C, Zivilingenieur, Elbing, Westpr., Aeußerer St. Georgendamm 10 11.

Rothardt, Otto, Schiffbau-Oberingenieur d. Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Ferdinand Str. 58.

Rothe, Rud., Maschinenbau-Ingenieur, Stett. Maschinenb.-Akt.-Ges. Vulcan, Hamburg, Hansa-Str. 64.

Rother, Eugen, Oberingenieur, Mannheim, Schiffs- u. Maschinenbau-A.-G. Mannheim.

Rottmann, Alf., Regierungsrat, Schiffbau- 560 Ing., Hermsdorf b. Berlin, Stolper Str. 5.

Rudloff, Johs., Wirkl. Geheimer Ober-Baurat und Professor, Berlin W 15, Olivaer Platz 1.

Runkwitz, Arthur, Maschinenbau-Ingenieur, Kiel, Harms-Str. 98 II.

Rusch, Fr., Ober-Ingenieur, Papenburg, Bahnhof-Str.

Sachse, Theodor, Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden.

Sachsenberg, Ewald, Dr.-Ing., Cöln, 565 Riehler-Str. 75 III.

von Saenger, Wladimir, Ingenieur, Direktor der Société des Usines Poutiloff, St. Petersburg, Fontanka 17.

Salfeld, Paul, Marine-Maschinenbaumeister, Kiel, Kaiserl. Werft, Francke-Str. 4.

Saiuberlich, Th., Direktor der J. Frerichs & Co. A.-G., Osterholz-Scharmbeck.

Sartorius, Geh. Konstr.-Sekretär, Nowawes, Heinestr. 7.

Saßmann, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur 570 b. Vulkan, Stettin, Gießereistr. 23a.

Schaefer, Karl, Ingenieur, Oliva bei Danzig, Heimstätte.

Schalin, Hilding, Maschinenbau-Ingenieur, Göteborg, Mek. Werkstad.

Schätzle, Jos. H., Ingenieur, Hamburg, i. Fa. Blohm & Voß.

Schatzmann, Edwin, Kaiserl. Marine-Baumeister, Berlin W. 50, Fürtherstr. 12.

Scheel, Wilhelm, Betriebs-Ingenieur, Ham- 575 burg 26, Meridian-Str. 11. Blohm & Voß.

Scheitzger, Geh. Konstruktions-Sekretär, Friedenau, Kaiserallee 72.

Scherbarth, Franz, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, St. Petersburg, Putilow-Werke, Schiffbau-Abteilung

Scheurich, Th., Marine-Baurat, Kiel, Kaiserl. Werft.

Schippmann, Heinrich, Ingenieur d. Akt.-Ges. „Weser“, Bremen, Utbremerstr. 154e.

580 **Schirmer**, C., Marine-Ober-Baurat u. Schiffb.-Betriebsdirektor, Kiel, Niemannsweg 89.

Schlichting, Marine-Schiffbaumeister, Berlin-Südende, Steglitzer Str. 37.

Schlick, Otto, Dr.-Ing., Konsul, Hamburg 39, Bellevue 2.

Schlie, Hans, Diplom-Ingenieur, Hamburg-Harvestehude, Klosterallee 102.

Schlotterer, Julius, Fabrikdirektor, Augsburg, Eisenhammer Str. 25.

585 **Schlüter**, Chr., Ingenieur, Stettiner Maschb.-Akt.-Ges. Vulcan, Bredow.

Schlueter, Fr., Marine-Bauinspektor a. D., Techn. Direktor der Röhrenkesselfabrik Dürr, Cöln, Teutoburger Str. 27.

Schmidt, Eugen, Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Danzig-Langfuhr, Friedenssteg 1.

Schmeißer, Marinebaumeister, Berlin, Leipziger Platz 16.

Schmidt, Heinrich, Marine-Baurat, Altona-Othmarschen, Bellmann-Str. 3.

590 **Schmidt**, Harry, Marine-Oberbaurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor, Kiel, Niemannsweg 89.

Schmidt, R., Dr.-Ing., Konstrukteur d. A.-G. „Weser", Bremen, Utbremerstr. 149.

Schnack, S., Ingenieur, Flensburg, Große-Str. 48.

Schnapauff, Wilh., Professor, Rostock, Kehrwieder 4.

Schneider, F., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 21, Osterburg III.

595 **Schnell**, J., Oberingenieur und Prokurist der Firma Franz Haniel & Co., Ruhrort.

Scholz, William, Dr., Diplom-Ingenieur, Baupolizeibehörde, Hamburg 37, Parkallee 3.

Schönherr, Paul, Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden, Herder-Str. 7.

Schreck, H., Ingenieur, Hamburg Blohm & Voß, Fruchtallee 97.

Schreiter, Marine-Maschinenbaumeister, Kiel, Kaiserl. Werft, Fichte-Str. 2.

600 **Schroeder**, Richard, Ingenieur der Schichau-Werft, Danzig, Bootsmannsgasse 5/6.

Schromm, Anton, k. u. k. Hofrat und Binnenschiffahrts-Inspektor, Wien, I., Stubenring 8—10.

Schubart, O., Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden.

Schubert, Ernst, Maschinenbau-Techniker, Elbing, Thalstr. 23.

Schubert, E., Schiffbau-Ing., Werft von Heinr. Brandenburg, Hamburg-Steinwärder.

Schultenkämper, Fr., Betriebs-Ingenieur, 605
Elmshorn, Thormählen-Werft.

Schulthes, K., Marine-Baumeister a. D., Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin W 15, Kurfürstendamm 34.

Schultz, Alwin, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von Joh. C. Tecklenborg, Akt.-Ges., Geestemünde.

Schultze, Ernst, Ing., Kiel, Martha-Str. 1.

Schulz, Bruno, Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Berlin-Wilmersdorf, Trautenauer Str. 14 I.

Schulz, Carl, Ingenieur, Betriebschef der 610
Kesselschmiede und Lokomotivenfabrik F. Schichau, Elbing, Trettinkenhof.

Schulz, Paul, Betriebs-Oberingenieur, Dietrichsdorf b. Kiel, Katharinen-Straße.

Schulz, R., Direktor, Charlottenburg, Neue Kant-Str. 22.

Schulz, Rich., Ingenieur, Werft von F. Schichau, Danzig.

Schulze, Bernhard, Ingenieur und Masch.-Inspektor des Germanischen Lloyd, Dortmund, Königswall No. 2.

Schulze, Fr. Franz, Ober-Inspektor und Chef 615
der Schiffswerft der I. k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Budapest II, Zsigmond utcza 24 II[2].

Schumacher, C., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Bernhard-Str. 10.

Schunke, Geheimer Regierungsrat, Vorstand des Kaiserl. Schiffs-Vermessungsamtes, Charlottenburg, Knesebeckstr. 28.

Schürer, Friedrich, Marine-Schiffbaumeister, Wilhelmshaven, Roon-Str. 74b.

Schütte, Joh., Professor für Schiffbau an der Königl. Techn. Hochschule, Danzig.

Schütz, Kapitän zur See, Berlin, Reichs- 620
marineamt.

Schwartz, L., Direktor der Stett. Maschinenbau-Akt.-Ges. Vulcan, Hamburg, Brahmsallee 80.

Schwarz, Tjard, Geheimer Marine-Baurat u. Schiffbaudirektor, Kiel, Kaiserl. Werft.

Schwarzenberger, Georg, Betriebs-Ing. b. F. Schichau, Elbing, Schiffbau-Platz 1.

Schwerdtfeger, Schiffbau - Oberingenieur, bei J. W. Klawitter, Danzig.

625 Schwiedeps, Hans, Zivilingenieur und Maschinen-Inspektor, Stettin, Bollwerk 12—14.

Seide, Otto, Ingenieur, Bremen, Kiel-Str. 37.

Seidler, Hugo, Ingenieur, Berlin-Dahlem, Gustav Meyerstr. Dreilinden.

Sendker, Ludwig, Ober-Ing., Hamburg, 31, Collau-Str. 17 II.

Severin, C., Oberingenieur, Breslau, Bären-Str. 23.

630 Sieg, Georg, Marine-Maschinenbaumeister, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 115.

Sievers, C., Ingenieur, Hamburg, Eppendorfer Weg 99.

Skalweit, Diplom-Ingenieur, Wilmersdorf, Mecklenburgische Str. 14, I. Eingang, III.

Smitt, Erik, Schiffbau-Ingenieur, Bredow-Stettin, Vulcan.

Sodemann, Rudolf, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Seumestr. 50.

635 Södergren, Ernst, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Stettin, Birken-Allee 30.

Soliani, Nabor, Direktor der Werft Gio Ansoldo, Armstrong & Co., Sestri Ponente.

Sombeek, C., Oberingenieur u. Prokurist bei J. Frerichs & Co., A.-G., Einswarden i. O., Nordenhamm.

Sombeek, Karl, Schiffbau-Ingenieur der Woermannlinie, Hamburg, Landwehrstr. 31.

Spieckermann, L., Ingenieur, Hamburg, Hafen-Str. 118 II.

640 Spies, Marine-Schiffbaumeister, Wilhelmshaven, Mittel-Str. 4.

Stach, Erich, Marine-Maschinenbaumeister, Danzig-Langfuhr, Hauptstr. 139.

Staeding, Hugo, Dipl.-Ing., Danzig, Gralath-Straße 9.

Stammel, J., Ingenieur, Hamburg, Hansa-Str. 19 I.

Stauch, Adolf, Dr.-Ing., Oberingenieur und Prokurist der Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H., Villa Sternfeld b. Spandau.

645 Stegmann, Erich, Schiffbau-Ingenieur bei F. Schichau, Elbing, Tal-Str. 13.

Steen, Chr., Maschinen-Fabrikant, Elmshorn, Gärtner-Str. 91.

Steinbeck, Friedr., Ingenieur, Rostock, Patriotischer Weg 100.

Steiner, F., Schiffbau-Ingenieur, Muggia b. Triest, Österr. Cantiere „San Rocco“.

Stellter, Fr., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Harm-Str. 1.

Sternberg, A., Konstr.-Sekretär, Berlin W 30, 650
Winterfeldt-Str. 26.

Stieghorst, Geh. Konstr.-Sekretär, Wilmersdorf, Weimarsche Str. 6.

Stielau, Richard, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Oberlehrer an der Städt. Seemaschinistenschule, Rostock, John-Brinkmann-Str. 10.

Stockhusen, Schiffbau-Ingenieur, Dietrichsdorf b. Kiel.

Stöckmann, Otto, Geh. Konstr.-Sekretär, Berlin NW 87, Gotzkowsky-Str. 30 I.

Stoll, Albert, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, 655
Lange Str. 8.

Stolz, E., Schiffbau-Ingenieur, Lübeck, Israelsdorfer Allee 22.

Strache, A., Marine-Baurat, Kiel, Kaiserl. Werft.

Strebel, Carlos, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Stettin, Kronenhof-Str. 17.

Strehlow, Schiffbau-Diplom-Ingenieur, Kiel-Gaarden, Germaniawerft, Jahn-Str. 11.

Strelow, Waldo, Dipl.-Ing., Schiffs- und 660
Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Hammerbrook-Str. 12.

Strüver, Arnold, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur d. Nordd. Lloyd, Bremerhaven, Mittel-Str. 3a II.

Stülcken, J. C., Schiffbaumeister, i. Fa. H. C. Stülcken Sohn, Hamburg-Steinwärder.

Süchting, Wilhelm, Dipl.-Ing., Hamburg, Blohm & Voß, Ise-Str. 65.

Süssenguth, H., Marine-Baurat, Kiel, Baubeaufs. bei Howaldts-Werken.

Süssenguth, W., Schiffsmaschinenbau- 665
Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing.

Sütterlin, Georg, Oberingenieur der Werft von Blohm & Voß, Hamburg-Blankenese, Wedeler-Chaussee 92.

Täge, Ad., Schiffbau-Oberingenieur, Stettin, Birken-Allee 12 III.

Techel, H., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Wilhelminen-Str. 18.

Teucher, J. S., Oberingenieur b. Burmeister & Wains, Kopenhagen, Odeusegade 30.

670 **Thämer**, Carl, Geh. Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Danzig-Langfuhr, Haupt-Str. 48.

Thele, Walter, Dr.-Ing., Baumeister, Hamburg 14, Knorre-Str. 15.

Thomas, H. E., Diplom-Ingenieur, Betriebsdirigent im Torpedo-Ressort der Kaiserlichen Werft, Kiel, Herder-Str. 3.

Thomsen, Peter, Ober-Ing., Cassel, Herkules-Str. 9.

Tonsa, Anton, k. u. k. Oberster Maschinenbauingenieur, Vorstand der II. Abteilung des k. u. k. Marinetechnischen Komitees, Pola.

675 **Totz**, Richard, Vorstand d. techn. Abt. der I. k. u. k. priv. Donau-Dampf-Schiff.-Ges. u. k. u. k. Mar.-Ober-Ing. d. R., Wien III/2, Hintere Zollamts-Str. 1.

Toussaint, Heinr., Maschinenbau-Direktor, Cassel-Wilhelmshöhe, Rolandstr. 2.

Tradt, M., Dipl.-Ing., techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Friedenau, Südwest-Corso 74.

Trautwein, William, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Roßlau, Linden-Str. 13.

Treplin, Wilhelm, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Berlin NW. 52, Paul-Str. 28.

680 **Truhlsen**, H., Geheimer Baurat, Friedenau, Mosel-Str. 7.

Trümmler, Fritz, Inhaber d. Fa. W. & F. Trümmler, Spezialfabrik für Schiffsausrüstungen usw., Mülheim a. Rh., Delbrücker-Str. 25.

Tuxen, J. C., Schiff- und Maschinenbau-Direktor, Orlogsvarftet, Kopenhagen.

Ullrich, J., Civil-Ingenieur, Hamburg, Steinhöft 3 II.

Uthemann, Fr., Geh. Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Kiel, Feld-Str. 125.

685 **van Veen**, J. S., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Amsterdam.

Veith, R., Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Ober-Baurat und Abteilungschef im Reichs-Marine-Amt, Berlin W. 50, Spichern-Strasse 23 II.

v. **Viebahn**, Friedrich Wilhelm, Dipl.-Ing., Marienfelde b. Berlin, Parallelstr. 21. I.

Viereck, W., Ingenieur, Kiel, Wall 30a.

Vivanco, de, Adolph, Dipl.-Ingenieur Essen-Ruhr, Huyssenstr. 9 II.

Vogeler, H., Marine-Baurat, Kiel, Feld-Str. 16. 690

Vollert, Ph. O., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Samm-Str. 21.

Vollmer, Franz, Schiffbau-Ober-Ingenieur, Stabilimento Tecnico Triestino, Schiffswerfte, Linz a. D.

Voß, Ernst, i. Fa. Blohm & Voß, Hochkamp bei Kl.-Flottbeek, Holstein.

Voß, Karl, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur der A. E. G.-Turbinenfabrik, Pankow bei Berlin, Mühlen-Str. 2.

Vossnack, Ernst, Professor für Schiffbau an 695 der Techn. Hochschule zu Delft (Holland).

Wach, Hans, Dr.-Ing., Obering. d. Fried. Krupp A. G. Germaniawerft, Kiel, Kleiststr. 19.

Wagner, Heinrich, a. o. Professor der technischen Hochschule, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur I. Kl. a. D., Wien III, Ungargasse 27.

Wagner, Rud., Dr. phil., Schiffsmaschinen-Ingenieur, Stettin, Schiller-Str. 12.

Wahl, Herm., Marine-Baurat, Hamburg, Hochallee 28.

Walter, M., Schiffbau-Oberingenieur, Bremen, 700 Nordd. Lloyd, Zentralbureau.

Walter, J. M., Ingenieur und Direktor, Berlin NW., Alt-Moabit 108.

Walter, W., Schiffbau-Ingenieur, Grabow a. O., Blumen-Str. 20—21.

Wandesleben, Dipl.-Ing., Essen-Ruhr, Am Stadtgarten 16.

Weichardt, Marine-Baumeister, Kiel, Feldstraße 78.

Weidemann, H. S., Werftdirektor der Königl. 705 Norwegischen Marine, Holmenkollen bei Kristiania.

Weir, William, Direktor, i. Fa. G. & J. Weir Ltd., Holm-Foundry, Cathcart b. Glasgow.

Weiss, Georg, Regierungsrat, Grunewald, Erdenerstr. 3.

Weiss, Otto, Ingenieur, Halensee-Berlin, Karlsruherstr. 2.

Wellmann, Max., Ingenieur, Brake, Oldenburg, Süderdeichstr.

Wencke, F. W., Schiffbau-Ingenieur, Geeste- 710 münde, Quer-Str. 3.

Wendenburg, H., Marine-Schiffbaumeister, Tsingtau, China, Hafenpostamt.

Werner, A., Schiffbau - Oberingenieur, Hamburg, Bundes-Str. 20.

Westphal, Gustav, Schiffbau - Ingenieur, Kiel - Gaarden, Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft, Bellmann-Str. 15.

Wichmann, Dipl.-Ing., Marine - Baumeister, Kiel, Feldstr. 144c.

715 Wiebe, Ed., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Holländer Chaussee 27.

Wiegand, V., Ingenieur, Danzig-Langfuhr, Haupt-Str. 91.

Wiemann, Paul, Ingenieur und Werftbesitzer, Brandenburg a. H.

Wiesinger, W., Geheimer Marine-Baurat und Schiffbaudirektor a. D., Hamburg, Agnes-Str. 28a.

Wiesinger, W., Marine - Schiffbaumeister, Kiel, Waitz-Str. 27.

720 Wigand, Albert, Diplom-Ingenieur, Steglitz, Holsteinische Str. 32a.

Wigger, Hans, Marine-Baumeister, Südende, Halskestr. 32.

Wigankow, Franz, Fabrikant, Hamburg, Klärchenstr. 18.

Wiking, And. Fr., Schiffbau-Ingenieur, Stockholm, Slußplan 63b.

Willemsen, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur und Besichtiger des Germanischen Lloyd, Düsseldorf, Kaiser-Wilhelm-Str. 38.

725 William, Curt, Marine - Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Prinz Heinrichstr. 83.

Wilson, Arthur, Schiffbau - Oberingenieur, Grabow a. O., Burg-Str. 11.

Wimplinger, A., Diplom - Ingenieur, Kiel, Jägersberg 8.

Winter, M., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg-St. P., Paulinen-Str. 16 III.

Wippern, C., Inspektor des Norddeutschen Lloyd, Bremerhaven.

730 Witte, Gust. Ad., Schiffbau-Ingenieur, Werft von Heinr. Brandenburg, Blankenese, Strandweg 80.

Wittmaak, H., Diplom-Ingenieur, techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Zehlendorf, Bülow-Str. 1.

Wittmann, Marine - Maschinenbaumeister, Wilhelmshaven, Kaiser-Str. 16, II.

Wolff, Friedrich, Schiffbau-Ingen., Neurahlstedt b. Hamburg, Kaiser-Friedrichstr. 12.

Worsoe, W., Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden.

Wulff, D., Ober-Inspektor der D. D. Ges. 735
Hansa, Bremen, Altmann-Str. 34.

Wustrau, H., Marinebaumeister, Kiel, Feldstrasse 68.

Wys, Fr. S. C. M., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Helder.

Zarnack, M., Geh. Regierungsrat und Professor a. D., Berlin W. 57, Göben-Str. 9.

Zeise, Alf., Senator, Ingenieur und Fabrikbesitzer, i. Fa. Theodor Zeise, Altona-Othmarschen, Reventlow-Str. 10.

Zeiter, F., Ingenieur und Oberlehrer am 740
Technikum Bremen, Bülow-Str. 22.

Zeitz, Direktor, Kiel, Kirchhofsallee 46.

Zeltz, A., Schiffbau - Direktor, Akt. - Ges. „Weser“, Bremen, Olbers-Str. 12.

Zetzmann, Ernst, stellvertretender Direktor der Akt.-Ges. „Weser“, Bremen, Lobbendorfer Str. 9.

Zickerow, Karl, Schiffb.-Ingenieur, Lehe a. Weser, Hannastr. 3 pt.

Ziehl, Emil, Oberingenieur, Berlin-Weissen- 745
see, Langhans-Str. 128/131.

Zilliax, Richard, Schiffbau-Ingenieur Stettin, Deutsche Str. 66.

Zimmer, A. H. A., Ingenieur, i. Fa. J. H. N. Wichhorst, Hamburg, Arningstr.

Zimnic, Josef Oscar, k. und k. Maschinenbau-Oberingenieur III. Klasse, Budapest, Szobi-utcza 4.

Zirn, Karl A., Direktor der Schiffswerft und Maschinenfabrik vorm. Janßen & Schmilinsky A.-G., Hamburg, Hochallee 119 II.

Zöpf, Th., Schiffsmaschinenbau - Ingenieur 750
der Schiffswerft und Maschinenfabrik Akt.-Ges. vorm. Lange & Sohn, Riga.

5. Mitglieder.

a) Lebenslängliche Mitglieder:

Achelis, Fr., Konsul, Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Am Dobben 25.

Arnhold, Eduard, Geheimer Kommerzienrat, Berlin W., Französische Str. 60/61.

Biermann, Leopold O. H., Künstler, Bremen, Blumenthal-Str. 15.

v. Borsig, Ernst, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin N., Chaussee-Str. 6.

755 Boveri, W., i. Fa. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz).

Brügmann, Wilh., Kommerzienrat, Hüttenbesitzer und Stadtrat, Dortmund, Born-Str. 23.

Buchloh, Hermann, Reeder, Mülheim-Ruhr, Friedrich-Str. 26.

Cassirer, Hugo, Dr. phil., Chemiker und Fabrikbesitzer, Charlottenburg, Kepler-Str. 1/7.

Edye, Alf., i. Fa. Rob. M. Sloman jr., Hamburg, Baumwall 3.

760 Fehlert, Carl, Zivilingenieur und Patentanwalt, Berlin SW. 61, Belle-Alliance-Platz 17.

Flohr, Carl, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin N. 4, Chaussee-Str. 28b.

Forstmann, Erich, Kaufmann, i. Fa. Schulte & Schemmann und Schemmann & Forstmann, Hamburg, Neueburg 12.

v. Guilleaume, Max, Kommerzienrat, Köln, Apostelnkloster 15.

Gutjahr, Louis, Kommerzienrat, Generaldirektor d. Badischen A.-G. f. Rheinschifffahrt u. Seetransport, Antwerpen.

765 Harder, Hans, Ingenieur, Wannsee, Waltfari-Str. 34.

Heckmann, G., Königl. Baurat u. Fabrikbesitzer, Berlin W. 62, Maaßen-Str. 29.

Heß, Henry, President, The Hess-Bright Manufacturing Company 21 st. & Fairmount Ave, Philadelphia U. S. A.

von der Heydt, August, Freiherr, Generalkonsul und Kommerzienrat, Elberfeld.

Huldschinsky, Oscar, Fabrikbesitzer, Berlin W. 10, Matthäikirch-Str. 3a.

Jacobi, C. Adolph, Konsul, Bremen, Oster- 770
deich 58.

Kannengießer, Louis, Geh. Kommerzienrat und Württembergischer Konsul, Mülheim a. d. Ruhr.

Karcher, Carl, Reeder, i. Fa. Raab, Karcher & Co., G. m. b. H., Mannheim P. 7. 15.

Kessler, E., Direktor der Mannheimer Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Mannheim, Parkring 27/29.

Kiep, Johannes N., Kaiserl. Deutscher Konsul a. D., Ballenstedt-Harz, Haus Kiep.

Küchen, Gerhard, Kommerzienrat, Mülheim 775
a. d. Ruhr.

v. Linde, Carl, Dr., Dr.-Ing., Geheimer Hofrat, Professor, Thalkirchen bei München.

Loesener, Rob. E., Schiffsreeder, i. Fa. Rob. M. Sloman & Co., Hamburg, Alter Wall 20.

Märklin, Ad., Kommerzienrat, Borsigwerk, Oberschlesien.

Meister, C., Direktor der Mannheimer Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Mannheim.

Meuthen, Wilhelm, Direktor der Rhein- 780
schiffahrts-Aktien-Gesellschaft vorm. Fendel, Mannheim.

Moleschott, Carlo H., Ingenieur, Konsul der Niederlande, Rom, Via Volturno 58.

v. Oechelhaeuser, Wilh., Dr.-Ing., Generaldirektor, Dessau.

Oppenheim, Franz, Dr. phil., Fabrikdirektor, Wannsee, Friedrich-Carl-Str. 24.

Pintsch, Albert, Fabrikbesitzer, Berlin O., Andreas-Str. 72/73.

Pintsch, Julius, Geheimer Kommerzienrat, 785
Berlin W., Tiergarten-Str. 4a.

Plate, Geo, früher Präsident des Norddeutschen Lloyd, Neu-Globsow, Post Meuz i. d. Mark.

Ravené, Geheimer Kommerzienrat, Berlin C., Wall-Str. 5/8.

Riedler, A., Dr.-Ing., Geh. Regierungsrat und Professor, Charlottenburg, Königl. Techn. Hochschule.

Ribbert, Julius, Kommerzienrat, Schöneberg b. Berlin, Eisenacher Str. 10.

790 Rinne, H., Hüttendirektor, Essen a. Ruhr, Kronprinzen-Str. 17.

Roer, Paul G., Vorsitzender im Aufsichtsrate der Nordseewerke, Emder Werft und Dock Aktien-Gesellschaft zu Emden, Bad Bentheim.

Schappach, Albert, Bankier, Berlin, Markgrafen-Str. 48 I.

Scheld, Theodor Ch., Technischer Leiter der Firma Th. Scheld, Hamburg 11, Elb-Hof.

v. Siemens, Wilh., Geheimer Regierungsrat, Dr.-Ing., Berlin SW., Askanischer Platz 3.

795 Simon, Felix, Rentier, Berlin W., Matthäikirch-Str. 31.

Siveking, Alfred, Dr. jur., Rechtsanwalt, Hamburg, Gr. Theater-Str. 35.

Sinell, Emil, Ingenieur, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 26.

v. Skoda, Karl, Ing., Pilsen, Ferdinand-Str. 10.

Sloman, Fr. L., i. Fa. F. L. Sloman & Co., St. Petersburg, Wassili-Ostrow 2. Linie Nr. 13.

Smidt, J., Konsul, Kaufmann, in Fa. Schröder, 800
Smidt u. Co., Bremen, Söge-Str. 15 A.

Stahl, H. J., Dr.-Ing., Kommerzienrat, Düsseldorf, Ost-Str. 10.

Stinnes, Gustav, Kommerzienrat, Reeder, Mülheim a. Ruhr.

Traun, H. Otto, Fabrikant, Hamburg, Meyer-Str. 60.

Ulrich, R., Verwaltungs-Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin NW., Alsen-Str. 12.

Woermann, Ed., Konsul und Reeder, i. Fa. 805
C. Woermann, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 27.

b) Ordnungsmäßige Mitglieder:

Abé, Rich., Betriebsdirektor bei Fried. Krupp, Annen (Westf.), Steinstr. 27.

Abel, Rud., Geheimer Kommerzienrat, Stettin, Heumarkt 5.

Ach, Narziß, Universitäts-Professor, Königsberg, Universität.

v. Achenbach, Königl. Landrat, Berlin W. 10, Viktoriastr. 18.

810 Achgelis, H., Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Geestemünde, Dock-Str. 9.

Ahlborn, Friedrich, Dr. phil., Professor, Oberlehrer, Hamburg 39, Sierichstr. 58 III.

v. Ahlefeld, Vize-Admiral z. D., Exzellenz, Bremen, Contrescarpe 71.

Ahlers, Karl, Kaufmann und Rheder, Bremen, Holzhafen.

Ahlfeld, Hans, Elektroingenieur, Kiel, Hansa-Str. 46.

815 Alexander-Katz, Bruno, Dr. jur., Patentanwalt, Berlin SW. 13, Neuenburger Str. 12.

Althof, Julius, Fabrikdirektor, Magdeburg, Kaiserstr. 55a.

Amsinck, Arnold, Reeder, i. Fa. C. Woermann, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 27.

Amsinck, Th., Direktor der Hamburg-Südamerikan. Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg, Holzbrücke 8 I.

Anger, Paul, Ober-Ingenieur, Charlottenburg, Kant-Str. 105 III.

Ansorge, Martin, Ingenieur, Berlin W. 9, 820
Potsdamer Str. 127/128.

Appel, Paul, Dipl.-Ing., Kiel, Fleethörn 71.

Arenhold, L., Korvetten-Kapitän a. D., Marinemaler, Berlin W, Am Karlsbad 4.

Arldt, C, Dr.-Ing., Elektro-Ingenieur, Berlin W. 30, Elßholz-Str. 5 pt.

v. Arnim, V., Admiral, à la Suite des Seeoffizierkorps, Exzellenz, Kiel.

Asthöwer, Walter, Diplom-Ingenieur, Dort- 825
mund, Friedensstr. 25.

Auerbach, Erich, Prokurist, Berlin N.W. 40, Heidestr. 52.

Baare, Fritz, Geh. Kommerzienrat, Generaldirektor des Bochumer Vereins, Bochum.

Bahl, Johannes, Direktor, Charlottenburg, Tegeler Weg 3.

Ballin, Dr.-Ing., General-Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm.

Balz, Hermann, Ober-Ingenieur, Stuttgart, 830
König-Str. 16.

Banner, Otto, Dipl.-Ing., Chief-Engineer, Ingersoll-Rand Co., Phillipsburg, N. J. U. S. A.

Banning, Heinrich, Fabrikdirektor, Hamm i. Westf., Moltke-Str. 7.

Bartels, Georg, Direktor der Land- und Seekabelwerke, Aktiengesellschaft, Köln-Nippes, Riehlerstr. 53.

Bartsch, Carl, Direktor des „Astillero-Behrens“, Valdivia, Chile.

835 Baumann, M., Walzwerks-Chef, Burbach a. S. Hoch-Str. 17.

Becker, Erich, Fabrikbes., Berlin-Reinickendorf-Ost, Graf Roedern-Allee 18—24.

Becker, J., Fabrikdirektor, Kalk b. Köln a. Rh., Kaiser-Str. 9.

Becker, Julius Ferdinand, Schiffbau-Ingenieur, Glücksburg (Ostsee).

Becker, Julius, Obering. d. Fa. Fried. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr, Hohenzollernstr. 22

840 Becker, Theodor, Ingenieur, Berlin NO., Elbinger Str. 15.

Beckh, Georg Albert, Kommerzienrat und Fabrikbes., Nürnberg, Laufergasse 20.

Beckh, Otto, Dipl.-Ing. und Ober-Ing. der Germaniawerft, Kiel 15, Karl-Str.

Beckmann, Dr., Ober-Ing. d. Accumulatoren-Fabrik A. G., Zehlendorf b. Berlin, Beeren-Str. 2.

Beeken, Hartwig, Kaufmann, i. Fa. D. Stehr, Hamburg 9, Vorsetzen 42.

845 Beikirch, Franz Otto, Oberingenieur der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Rheinland, Holtkamp-Str. 29.

Belitz, Georg, Redakteur des „Wassersport“, Berlin, Friedrich-Str. 239.

Bendemann, F., Dr. Ing., Lindenberg, Kr. Beeskow.

Benkert, Hermann, Oberingenieur, Hamburg, Lorgerstieg 17.

Berg, Fritz, Hüttendirektor, Engers a. Rh., Concordiahütte.

850 Bergmann Otto, Maschb.-Ingenieur, Kiel, Bugenhagenstr. 6.

Bergner, Fritz, Kaufmann, Berlin N. 113, Schönhauser Allee 82.

Berndt, Franz, Kaufmann und Stadtrat, Swinemünde, Lootsen-Str. 51 I.

Bernigshausen, F., Direktor, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 132.

Bertens, Eugen, Ingenieur der Chilenischen Kriegsmarine, Dique de Carena, Talcahuano, Chile.

Beschoren, Karl, Diplom-Ingenieur, Bremen, 855 Osterholzer Str. 49.

Bier, A., Amtlicher Abnahme-Ingenieur, St. Johann a. d. Saar, Kaiser-Str. 30.

Bierans, S., Ingenieur, Bremerhaven, Siel-Str. 39 I.

Bitterling, Willi, Marine-Ingenieur, Friedenau, Wilhelmshöher Str. 24.

Bluhm, E., Fabrikdirektor, Berlin S., Ritter-Straße 12.

Blumenfeld, Ed., Kaufmann und Reeder, 860 Hamburg, Dovenhof 77/79.

Böcking, Rudolph, Geheimer Kommerzienrat, Halbergerhütte b. Brebach a. d. Saar.

Bode, Alfred, Direktor, Hamburg 20, Rotenbaum-Chaussee 11.

v. Bodenhausen, Freiherr, Vice-Admiral z. D., Gr. Lichterfelde W., Thekla-Str. 8.

Bögel, W. Hüttendirektor i. Fa. Henschel & Sohn Abt. Henrichshütte, Hattingen-Ruhr.

Böger, M., Direktor der Vereinigten Bugsier- 865 und Frachtschiffahrt-Gesellschaft, Hamburg, Trostbrücke 1 III, Laeiszhof.

Bojunga, Justus, Fabrikbesitzer, i. Fa. W. Griese & Co., Delmenhorst.

Böker, M. G., Technischer Direktor, Remscheid, Eberhard-Str. 22 a.

Boner, Franz A., Dr. jur., Dispacheur, Bremen, Börsen-Nebengebäude 24.

Borja de Mozota, A., Direktor des Bureaus Veritas, Paris, 8 Place de la Bourse.

Bormann, Geheimer Ober-Regierungsrat, 870 Charlottenburg, Bleibtreu-Str. 12.

v. Born, Theodor, Korvetten-Kapitän a. D., Düsseldorf, Uhland-Str. 11.

Borowitsch, Wladimir, Ingenieur, Moskau, Mjassnitzkaja, Haus M schin.

v. Borsig, Conrad, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Tegel, Veit-Str. 17.

Bracht, Walter, Ingenieur, Wilmersdorf, Prinz-Regenten-Str. 56.

Bramslöw, F. C., Reeder, Hamburg, Admi- 875 ralitäts-Str. 33/34.

Brand, Robert, Fabrikant, Remscheid-Hasten.

Brandenburg, Jacob, Oberingenieur der Gutehoffnungshütte, Sterkrade Rheinland.

Brandt, Leopold, Direktor, Kassel-Wilhelmshöhe, Wigand-Str. 6.

Brauer, Walther, Dipl.-Ing., Charlottenburg, Krumme-Str. 68 II.

880 Braun, Harry, Dipl.-Ing. u. Mitbes. d. Werkzeugmaschinen-Fabrik u. Eisengießerei J. C. Braun, Reichenbach i. Vogtl.

Breest, Wilhelm, Fabrikbesitzer, Berlin W., Cornelius-Str. 10.

v. Breitenbach, Exzellenz, Staatsminister u. Minister der öffentl. Arbeiten, Berlin W., Wilhelm-Str. 79.

Bremermann, Joh. F., Lloyd - Direktor, Bremen.

Bresina, Richard, Fabrikdirektor, Stolberg, Rhld., Büsbacher Str. 6.

885 Bretz, Hermann, Ingenieur, Berlin SW. 68, Ritter-Str. 42/43.

Breuer, L. W., Ingenieur, i. Fa. Breuer, Schumacher & Co., Kalk b. Köln a. Rh., Haupt-Str. 315.

Briede, Otto, Ingenieur, Direktor der Benrather Maschinenfabrik-Akt.-Ges., Benrath b. Düsseldorf.

Brinkmann, Gustav, Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Witten-Ruhr, Garten-Str. 7.

Broström, Dan, Schiffsreeder, Göteborg.

890 Bröckelmann, Ernst, Generaldirektor a. D., Kiel, Etenarch-Str. 53.

Brunner, Karl, Ingenieur, Mannheim, Lamey-Str. 22.

Bruns, Hans, Dipl.-Ingenieur, Nürnberg, Bayreuther-Str. 46.

Bücking, Oberbaudirektor der Baudirektion der Freien und Hansestadt Bremen, Bremen, Werder-Str. 1.

Bueck, Henri Axel, Generalsekretär, Wilmersdorf-Berlin, Pariser Str. 33/34.

895 Bühring, John Charles. Fabrikant, Hamburg 1, Sfelding-Str. 21.

Büttner, Dr. Max, Ingenieur, Berlin W., Achenbach-Str. 7/8.

Burmeister, Max, Marine - Oberstabs - Ing. a. D., Marienfelde b. Berlin, Adolfstr. 81.

Buschow, Paul, Ingenieur, General-Vertreter von A. Borsig-Tegel, Hannover, Bödeker-Str. 71.

Calmon, Generaldirektor, Hamburg, Asbest- und Gummiwerke, Akt.-Ges.

900 Carels, Charles, Mitinhaber d. Fa. Carels Frères, Gent, Belgien.

Caspary, Gustav, Ing. Marienfelde bei Berlin.

Caspary, Emil, Diplom-Ingnieur, Marienfelde bei Berlin.

Cellier, A., Schiffsmakler, Hamburg, Neuer Wandrahm 1.

Clouth, Max, Fabrikant und französ. Konsularagent, Köln-Nippes.

Colloredo-Mannsfeld, Graf Hieronymus, 905
Linienschiffs-Leutnant, Österr. Ung. Mar.-Attaché Berlin W., Tiergarten-Str. 14.

Courtois, Louis, Civil-Ingenieur, Charlottenburg 5, Witzlebener Str. 3.

Cruse, Hans, Dr., Ingenieur, Berlin W 50, Geisberg-Str. 29.

Curti, A., Direktor der Daimler-Motoren-Gesellschaft, Marienfelde b. Berlin.

Dahl, Hermann, Ingenieur und Direktor der Gesellschaft für moderne Kraftanlagen, Berlin W 35, Lützow-Str. 71.

Dahlström, Axel, Direktor der Reederei 910
Akt.-Ges. von 1896, Hamburg, Steinhöft 8-11, Elbhof.

Dahlström, H. F., Direktor d. Nordd. Bergungs-Vereins, Hamburg, Neß 9 II.

Dahlström, W., jr., Direktor der Reederei Aktien-Gesellschaft von 1896, Hamburg, Vorsetzen 15 I.

Dahlström, W., Assessor, z. Zt. Syndikus der Firma W. Dahlström, Hamburg, Steinhöft 8-11, Elbhof.

Dallmer, Paul, Direktor der Krefelder Stahlwerke, Akt.-Ges., Berlin, Regensburger Str. 33a.

D'Andrezel, Capitaine de Frégate, Paris, 915
45 avenue Kléber.

Danneel, Fr., Dr. jur., Wirkl. Geheimer Admiralitätsrat, Grunewald bei Berlin, Trabener Str. 2.

Dapper, Dr., Carl, Professor, Geheimer Medizinalrat, Bad Kissingen.

Debes, Ed., Fabrikdirektor, Hamburg, Meyer-Str. 59.

Deichsel, A., Fabrikbesitzer, Myslowitz O.-S.

Deissler, Rob., Ingenieur, Berlin SW., 920
Gitschiner Str. 108.

Delbrück, Dr., Preuß. Staatsminister, Staatssekretär des Innern, Exzellenz, Berlin W 64, Wilhelm-Str. 74.

Deutsch, Felix, Geh. Kommerzienrat, Direktor d. A. E. G., Berlin NW. 40, Friedrich-Carl-Ufer 2—4.

Dieckhaus, Jos., Fabrikbesitzer und Reeder, Papenburg a. Ems.

Diederichs, Direktor der Norddeutschen Seekabelwerke A.-G., Nordenham.

925 Diederichsen G., jr., Schiffsreeder, i. Fa. M. Jebsen, Hamburg-Reichenhof.

Diederichsen, H., Schiffsreeder, Kiel.

Diesel, Rudolf, Dr. Ing., Zivil-Ingenieur, München, Maria-Theresia-Str. 32.

Dieterich, Georg, Direktor der Sächsischen Maschinen-Fabrik vorm. Rich. Hartmann Akt.-Ges., Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 103/4.

Dietrich, Otto, Fabrikbesitzer, Charlottenburg, Potsdamer Str. 35.

930 Ditges, Rud., Generalsekretär des Vereins Deutscher Schiffswerften, Berlin W 10, Lützowufer 13.

Dittmer, Kapitän z. See a. D., Berlin N.W. 6, Luisen-Str. 33/34.

Dodillet, Richard A., Ober-Ingenieur, Südende bei Berlin, Potsdamer Str. 27.

Doden, Friedrich, Diplom-Ingenieur, Bremen, Bismarck-Str. 98.

Doettloff, Egmont, Dipl.-Ing., Cassel, Rolandstr. 2.

935 Döhne, Ferd., Dr. Ing., Direktor b. A. Borsig, Tegel.

Dolberg, E., Kapitänleutnant zur See, Berlin, Marinepostbüro S.M.S. „Tiger“, Ost-Asien,

Dörken, Georg, Heinrich, Fabrikbesitzer, i. Fa. Gebr. Dörken, G. m. b. H., Gevelsberg i. W.

Dreger, P., Hüttendirektor, Peine bei Hannover.

Driessen, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Chefingenieur im kaiserl. osm. Marine-Ministerium, Constantinopel, Deutsche Post.

940 Duncker, Arthur, Assekuradeur, Hamburg, Trostbrücke 1, Laeiszhof.

Duschka, H., Fabrikant, i. Fa. F. A. Sening, Hamburg 37, Klosterallee 55, Hchpt.

Dücker, A., Direktor der nautischen Abteilung der Woermann-Linie und der deutschen Ost-Afrika-Linie, Kapitän, Hamburg, Afrikahaus, Gr. Reichen-Str.

Dümling, W, Kommerzienrat, Schönebeck a. E.

Dürr, Ludwig, Zivil-Ingenieur, Icking, b. München, Haus Luginsland.

945 Ecker, Dr. jur., Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm.

Eckermann, Kapitän z. See, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Eckmann, C. John, Maschinen-Inspektor der Deutsch-Amerikan. Petrol.-Ges., Hamburg, Neuer Jungfernstieg 21.

Ehlers, Otto, Diplom-Ingenieur, Charlottenburg, Hebbelstr. 7.

Ehlers, Paul, Dr. jur., Rechtsanwalt, Hamburg, Adolphsbrücke 4.

Ehrensberger, E., Dr. Ing., Mitglied des 950 Direktoriums der Firma Fried. Krupp, Essen-Ruhr.

Eich, Nicolaus, Direktor, Düsseldorf, Stern-Str. 38.

Eichhoff, Professor a. d. Königl. Bergakademie Berlin, Charlottenburg, Mommsen-Str. 57.

v. Eickstedt, A., Admiral z. D., Exzellenz, Berlin W 15, Olivaer Platz 7 I.

Eigenbrodt, Reinhard, Generaldirektor der Deutsch-Luxemb. Bergwerks- u. Hütten-A.-G. Union, Dortmund.

Eilert, Paul, Direktor, Hamburg, St. Annen 1. 955

v. Einem, George, Kapitänleutnant, Gotha, Göthestr. 2.

Ekman, Gustav, Ehrendoktor, Göteborg, Mek. Werkstad.

Ellingen, W., Ingenieur, Direktor der J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock.

Elvers, Ad., Schiffsmakler und Reeder i. Fa. Knöhr & Burchardt Nfl., Hamburg 39, Bellevue 38.

Emden, Paul, Dr., Ober-Ing. der Bergmann 960 Elektrizitätswerke A.-G., Abt. für Schiffsturbinen, Berlin NW. 6, Philipp-Str. 7 I.

Emmerich, Ernst, Oberingenieur d. Fa. Friedr. Krupp A.-G., Essen-Ruhr, Gußstahlfabrik.

Emsmann, Kontre-Admiral a. D., Charlottenburg, Knesebeck-Str.

Engel, K., Mitinhaber der Werft von Heinr. Brandenburg, Hamburg, Feldbrunnen-Str. 46.

Engelhard, Arnim, Ingenieur, Offenbach a. M., i. Fa. Gollet & Engelhardt.

Engelhausen, W., Betriebs-Ingenieur, 965 Bremen, Luther-Str. 55.

Engelmayer, Otto, Ingenieur, Halensee, Joachim-Friedrichstr. 25.

Engels, Hubert, Geheimer Hofrat und Professor, Dresden-A., Schweizer Str. 12.

Essberger, J. A., Oberingenieur, Direktor der Elektrizitätsgesellschaft für Kriegs- u. Handelsmarine m. b. H., Berlin, Königgrätzer Str. 6, Schöneberg b. Berlin, Münchener Str. 18.

von Eucken-Addenhausen, Georg, Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat und Großherzoglich Oldenburgischer Gesandter, Berlin W 15, Kaiserallee 207.

970 Faber, Theodor, Schiffahrtsdirektor, Hirschfeld i. Sachsen.

Fabig, Hermann, Dipl.-Ing., Direktor der Bonner Maschinen-Fabrik Mönkemöller G. m. b. H., Bonn a. Rh., Hofgarten-Str. 12.

Fankhauser, Eduard, Diplom-Ingenieur, Halensee, Kurfürstendamm 115 II.

Faramond, de, G. Vicomte, Fregattenkapitän, Marine-Attaché bei der französischen Botschaft, Berlin W. 30, Hohenzollern-Str. 15.

Fasse, Ernst, Ingenieur, Hanseatische Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Lübeck.

975 Fendel, Fritz, Direktor der Rheinschiffahrt-Aktiengesellschaft vorm. Fendel, Mannheim, Parkring 37.

Fischer, Curt, Salomon, Direktor der Sächsisch-Böhmischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Dresden-A., Gerichtsstr. 26 II.

Fischer, Ernst, Ingenieur Danzig, Hansagasse 6 u. 7.

Fischer, Heinrich, Fabrikbesitzer, Stettin, Birkenallee 3 a.

Fischer, M., techn. Direktor der Lokomotivfabrik Heinrich Lanz, Heidelberg, Neuenheimer Land-Str. 64.

980 Fitzner, R., Fabrikbesitzer, Laurahütte O.-S.

Fleck, Richard, Fabrikbesitzer, Berlin N, Chaussee-Str. 29 II.

Flender, H. Aug., Direktor der Brückenbau-Flender-Act.-Ges., Benrath.

Flohr, Willy, Dipl.-Ingenieur, Berlin N 4, Chaussee-Str. 35.

Flügger, Eduard, Fabrikant Hamburg, Rödingsmarkt 19.

985 Förster, Georg, i. Fa. Emil G. v. Höveling, Hamburg, Lerchenfeld 7.

François, H. Ed., Konstrukteur elektrischer Apparate für Kriegs- und Handelsschiffe Hamburg, Große Bleichen 27, Kaiser-Gallerie.

Franke, Rudolf, Dr., Direktor d. Akt.-Ges. Mix & Genest, Privatdozent a. d. Kgl. Techn. Hochschule, Südende, Bahnstr. 18.

Freund, Walter, Ingenieur, Mitinhaber der Flexilis Werke G. m. b. H., Tempelhof bei Berlin.

Friedhoff, L., Bureauvorsteher der Burbacherhütte, Burbach a. Saar.

Friedlaender, Konrad, Korvettenkapitän z. D. 990
Kiel, i. Fa. Neufeldt & Kuhnke, Holtenauer Str. 62.

de Fries, Wilhelm, i. Fa. Wilhelm de Fries & Co., Düsseldorf, Hansahaus.

Fritz, Heinrich, Ingenieur, Elbing, Große Lastadien-Str. 11.

Fritz, P., Konsul und Ingenieur, Berlin W. 9, Link-Str. 33.

Fritze, Joh., Ingenieur, Inh. d. Fa. Metallwerke Heegermühle, Heegermühle bei Eberswalde.

Frölich, Fr., Dipl.-Ing. Düsseldorf, Breite 995
Straße 27.

Frommann, Walter, Fregattenkapitän a. D., Schöneberg bei Berlin, Innsbrucker Str. 42.

Frühling, O., Regierungs-Baumeister, Braunschweig, Monumentsplatz 5.

Fürbringer, Geh. Regierungsrat, Oberbürgermeister, Emden, Bahnhof-Str. 10.

Funck, Carl, Direktor der Elbinger Metallwerke G. m. b. H., Elbing, Äußerer Georgendamm 25 a.

Gädecke, Kapitän z. See, Berlin, Reichs- 1000
marineamt.

Galland, Leo, Ingenieur, Berlin W. 15, Kaiserallee 204.

Galli, Johs., Hüttendirektor a. D., Professor für Eisenhüttenkunde a. d. Kgl. Bergakademie Freiberg i. Sa.

Ganssauge, Paul, Prokurist der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.

Genest, W., Generaldirektor der Aktien-Gesellschaft Mix & Genest, Berlin W. 9, Schellingstr. 12.

Gerdau, B., Direktor, Düsseldorf-Grafen- 1005
berg, p. a. Haniel & Lueg.

Gerdes, G., Kontre-Admiral und Direktor des Waffen-Departements im R.-M.-A., Wilmersdorf, Prager Platz 1.

Gerdts, Gustav F., Kaufmann, Bremen, Soege-Str. 42—44.

Gerling, F., Reeder i. Fa. Marschall & Gerling, Antwerpen.

Geyer, Wilh., Regierungsbaumeister a. D., Berlin W., Luitpold-Str. 44.

1010 Gillhausen, G., Dr. Ing., Mitglied des Direktoriums d. Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen a. Ruhr, Hohenzollern-Str. 12.

Gleitz, Ernst, Direktor der Neuen Deutsch-Böhmischen Elbschiffahrt-A.-G., Dresden, Max-Str. 17.

Glitz, Erich, Geschäftsführer des Schiffbaustahl-Kontors G. m. b. H., Essen-Ruhr, Selma-Str. 15.

Goedhart, P. C., Direktor der Gebrüder Goedhart A.-G., Düsseldorf, Kaiser-Wilhelm-Str. 40.

Goldtschmidt, Dr. Hans, Fabrikbesitzer, Essen a. Ruhr, Bismarck-Str. 98.

1015 Goßler, Oskar, Inhaber d. Fa. John Monnington, Hamburg, Rödingsmarkt 58.

Gradenwitz, Richard, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin S. 14, Dresdener Str. 38.

Grah, Peter, Vorstand der Firma Sundwiger Eisenhütte Maschb. A.-G., Sundwig, Kr. Iserlohn.

Griebel, Franz, Reeder, Stettin, Große Lastadie 56.

Griese, Korvettenkapitän a. D., Wilmersdorf, Uhland-Str. 127.

1020 Grosse, Carl, Generalvertreter von Otto Gruson & Co., Buckau, Hamburg, Alsterdamm 16/17.

Gruber, Karl, Technischer Direktor, Rheydt, Firma Otto Froriep G. m. b. H.

Grunow, Roderich, Kaufmann, Stettin, Gr. Oder-Str. 10.

Grünwald, Siegfr., Schiffahrts-Direktor, Dresden, Permoserstr. 131.

de Gruyter, Dr. Paul, Fabrikbesitzer, Berlin W., Kurfürstendamm 36.

1025 Guggenheimer, Dr., Fabrikdirektor u. franz. Konsul, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Augsburg, Völkstr. 4.

Guilleaume, Emil, Kommerzienrat, Dr. Ing., Mülheim a. Rh., Bahnstr. 94.

Günther, R., Regierungsbaumeister a. D., Steglitz, Holsteinische Str. 12. II.

Gutermuth, M. F., Geh. Baurat u. Professor a. d. Techn. Hochschule zu Darmstadt.

Guthknecht, Dipl.-Ingenieur, Patentanwalt, Dortmund, Ostenhellweg 1.

Guthmann, Robert, Baumeister und Fabrik- 1030
besitzer, Berlin W., Voß-Str. 18.

Gütschow, Wilhelm, Diplom-Ingenieur, Hamburg 24, Erlenkamp 13 III.

Haack, Hans, Kaufmann, i. Fa. Haack & Nebelthau, Bremen.

Habich, Paul, Regierungs-Baumeister a. D., Direktor der Aktien-Gesellschaft für überseeische Bauunternehmungen, Berlin W. 31, Landshuter Str. 25.

Häbich, Wilhelm, Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Rheinl.

Hackelberg, Eugen, Kaufmann, Charlotten- 1035
burg, Knesebeck-Str. 85.

Hahn, Aug., Direktor, Berlin W. 30, Berchtesgadener Str. 12.

Hahn, Dr. phil. Georg, Fabrikbesitzer, Berlin W. 10, Tiergarten-Str. 21.

Hahn, Willy, Dr. jur., Rechtsanwalt und Notar, Berlin W. 62, Lützow-Platz 2.

Haller, M., Civil-Ingenieur, Berlin NW., Alt-Moabit 110.

Hammar, Birger, Kaufmann, Hamburg, 1040
Bürgermeisterhaus, Neuerwall 75/79.

Hammer, Felix, Dipl.-Ing., Stettin, Bugenhagen-Str. 17.

Hammler, Ernst, Direktor der Görlitzer Maschinenbau A.-G., Görlitz.

Harbeck, M., Hamburg, Glashüttenstr. 37/40.

Hardcastle, F. E., Besichtiger des Germ. Lloyd, Bureau Veritas usw., Bombay, Apollo-Str. 89.

Harms, Gustav, Eisengießereibesitzer, Ham- 1045
burg 29, Norder Elb-Str. 77/81.

Harms, Otto, Vorstand der Deutsch-Austral. D. G., Hamburg, Trostbrücke 1.

Hartmann, Eugen, Professor, Ingenieur, Frankfurt a. M. König-Str. 97.

Hartmann, Otto H., Ober-Ing. der Schmidtschen Heißdampfanlagen, Cassel, Wilhelmshöhe, Rolandstr. 2.

Hartmann, W., Professor, Grunewald-Berlin, Trabener Str. 2.

1050 Hartwig, Rudolf, Dipl.-Ingenieur, Mitglied des Direktoriums der Firma Fried. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr, Hohenzollern-Str. 34.

Heegewaldt, A. Fabrikbesitzer, Berlin W. 15, Uhland-Str. 175.

Heemsoth, Heinrich, General-Vertreter, Hamburg, Admiralität-Str. 52/53.

Heesch, Otto, Oberingenieur, Oberlössnitz-Radebeul, Reichsstr. 6.

Heese, Albrecht, Hauptmann a. D., Berlin W. 10, Hitzig-Str. 5.

1055 Heidmann, R. W., Kaufmann, Hamburg, Hafen-Str. 97.

Heidmann, Henry W., Ingenieur, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 25.

Heineken, Vorsitzender des Direktoriums Norddeutscher Lloyd, Bremen.

Heinrich, W., Diplom-Ingenieur, Kiel, Knooperweg 185.

Heller, E., Direktor, Wien I, Schwarzenberg-Platz 7.

1060 Hempelmann, August, Dr. Ing., Ingenieur, Magdeburg, Winterfeldt-Str. 3.

Henkel, Gustav, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Direktor der Herkulesbahn, Kassel-Wilhelmshöhe, Villa Henkel.

Henkel, Kontreadmiral und Oberwerftdirektor, Kiel, Kaiserl. Werft.

Hensolt, Johannes Dipl.-Ing., Hamburg 25, Sechslingspforte 7 III.

Herbrecht, Carl, Direktor der Rheinischen Stahlwerke Abt. Duisburger Eisen- und Stahlwerke Duisburg, Heide-Str. 36a.

1065 Herrmann, E., Professor Dr., Abteilungsvorsteher der Deutschen Seewarte, Hamburg 9, Deutsche Seewarte.

Hertz, Ad., Direktor der Deutschen Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 25.

Herwig, August, Hüttenbesitzer, Dillenburg, Oranien-Str. 11.

Herwig, M., jr., Fabrikbesitzer, i. Fa. Eisenwerk Lahn, M. & R. Herwig jr., Dillenburg.

Herzberg, A., Baurat u. Ingen., Berlin W. 62, Keith-Str. 14.

1070 Hesse, Paul, Fabrikdirektor, Berlin NW., Rathenower Str. 75.

Hessenbruch, Fritz, Direktor, Duisburg, Mülheim-Str. 59.

Heubach, Ernst, Ingenieur, Berlin-Tempelhof, Ringbahn-Str. 42/44.

Heymann, Alfred, Fabrikbesitzer, Hamburg, Neuerwall 42.

Heyne, Walter, Direktor, Deutsche Vacuum Oil Company, Wandsbeck bei Hamburg, Marienanlage 15.

Hiehle, Kurt, Techn. Hilfsarbeiter beim 1075
Reichsmarineamt, Friedenau, Brünhilde-Str. 7.

Hilbenz, Dr. phil., Techn. Direktor der Friedrich-Alfred-Hütte der Fried. Krupp A.-G., Rheinhausen-Friemersheim.

Hirschfeld, Ad., Dampfkessel-Revisor der Baupolizei-Behörde Hamburg 23, Blumenau 125.

Hirte, Johs., Regierungs-Baumeister, Berlin SW., Markgrafen-Str. 94.

Hissink, Direktor der Bergmann-Elektrizitäts-Werke, Berlin NW., Hansa-Ufer 8.

Hjarup, Paul, Ingenieur und Fabrikbesitzer, 1080
Berlin N., Prinzen-Allee 24.

Hochstetter, Franz, Dr. phil., Geschäftsführer, Berlin NW. 6, Schumann-Str. 2.

Hoernes, Hermann, K. u. K. Oberstleutnant, Linz in Österreich.

Hoffmann, M. W., Dr. phil., i. Fa. Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Optik Carl Bamberg, Friedenau, Berlin-Friedenau, Süd-West-Corso 74.

Hohage, Dr. K., Ingenieur, Bergedorf bei Hamburg, Grasweg 18.

Hollweg, Kapitän zur See, Berlin W. 9, 1085
Reichs-Marine-Amt.

Holzapfel, A. C., Fabrikant, London E. C., Fenchurch Street 57.

Holzwarth, Hans, Ingenieur, Mannheim, B. 7. 18.

d'Hone, Heinrich, Fabrikbesitzer, Duisburg.

Hölck, Heinr., Konsul von Brasilien, Düsseldorf, Graf Recke-Str. 69.

v. Hollmann, Exz. Staatssekretär a. D., 1090
Admiral à la suite des Seeoffizierkorps, Berlin W. 15, Fasanen-Str. 71.

Höltzcke, Paul, Dr. phil., Chemiker, Kiel, Eisenbahndamm 12.

Hopmann, Kapitän zur See, Berlin W. 9, Leipziger Platz 13, R. M. A.

Horn, Fritz, Hüttendirektor, Grunewald, Hubertus-Str. 16.

Hornbeck, A., Ingenieur, Hamburg 19, Tornquist-Str. 26.

670 **Thämer**, Carl, Geh. Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Danzig-Langfuhr, Haupt-Str. 48.

Thele, Walter, Dr.-Ing., Baumeister, Hamburg 14, Knorre-Str. 15.

Thomas, H. E., Diplom-Ingenieur, Betriebsdirigent im Torpedo-Ressort der Kaiserlichen Werft, Kiel, Herder-Str. 3.

Thomsen, Peter, Ober-Ing., Cassel, Herkules-Str. 9.

Tonsa, Anton, k. u. k. Oberster Maschinenbauingenieur, Vorstand der II. Abteilung des k. u. k. Marinetechnischen Komitees, Pola.

675 **Totz**, Richard, Vorstand d. techn. Abt. der I. k. u. k. priv. Donau-Dampf-Schiff.-Ges. u. k. u. k. Mar.-Ober-Ing. d. R., Wien III/2, Hintere Zollamts-Str. 1.

Toussaint, Heinr., Maschinenbau-Direktor, Cassel-Wilhelmshöhe, Rolandstr. 2.

Tradt, M., Dipl.-Ing., techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Friedenau, Südwest-Corso 74.

Trautwein, William, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Roßlau, Linden-Str. 13.

Treplin, Wilhelm, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Berlin NW. 52, Paul-Str. 28.

680 **Truhlsen**, H., Geheimer Baurat, Friedenau, Mosel-Str. 7.

Trümmler, Fritz, Inhaber d. Fa. W. & F. Trümmler, Spezialfabrik für Schiffsausrüstungen usw., Mülheim a. Rh., Delbrücker-Str. 25.

Tuxen, J. C., Schiff- und Maschinenbau-Direktor, Orlogsvarftet, Kopenhagen.

Ullrich, J., Civil-Ingenieur, Hamburg, Steinhöft 3 II.

Uthemann, Fr., Geh. Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Kiel, Feld-Str. 125.

685 van **Veen**, J. S., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Amsterdam.

Veith, R., Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Ober-Baurat und Abteilungschef im Reichs-Marine-Amt, Berlin W. 50, Spichern-Strasse 23 II.

v. **Viebahn**, Friedrich Wilhelm, Dipl.-Ing., Marienfelde b. Berlin, Parallelstr. 21. I.

Viereck, W., Ingenieur, Kiel, Wall 30a.

Vivanco, de, Adolph, Dipl.-Ingenieur Essen-Ruhr, Huyssenstr. 9 II.

Vogeler, H., Marine-Baurat, Kiel, Feld-Str. 16. 690

Vollert, Ph. O., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Samm-Str. 21.

Vollmer, Franz, Schiffbau-Ober-Ingenieur, Stabilimento Tecnico Triestino, Schiffswerfte, Linz a. D.

Voß, Ernst, i. Fa. Blohm & Voß, Hochkamp bei Kl.-Flottbeek, Holstein.

Voß, Karl, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur der A. E. G.-Turbinenfabrik, Pankow bei Berlin, Mühlen-Str. 2.

Vossnack, Ernst, Professor für Schiffbau an 695
der Techn. Hochschule zu Delft (Holland).

Wach, Hans, Dr.-Ing., Obering. d. Fried. Krupp A. G. Germaniawerft, Kiel, Kleiststr. 19.

Wagner, Heinrich, a. o. Professor der technischen Hochschule, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur I. Kl. a. D., Wien III, Ungargasse 27.

Wagner, Rud., Dr. phil., Schiffsmaschinen-Ingenieur, Stettin, Schiller-Str. 12.

Wahl, Herm., Marine-Baurat, Hamburg, Hochallee 28.

Walter, M., Schiffbau-Oberingenieur, Bremen, 700
Nordd. Lloyd, Zentralbureau.

Walter, J. M., Ingenieur und Direktor, Berlin NW., Alt-Moabit 108.

Walter, W., Schiffbau-Ingenieur, Grabow a. O., Blumen-Str. 20—21.

Wandesleben, Dipl.-Ing., Essen-Ruhr, Am Stadtgarten 16.

Weichardt, Marine-Baumeister, Kiel, Feldstraße 78.

Weidemann, H. S., Werftdirektor der Königl. 705
Norwegischen Marine, Holmenkollen bei Kristiania.

Weir, William, Direktor, i. Fa. G. & J. Weir Ltd., Holm-Foundry, Cathcart b. Glasgow.

Weiss, Georg, Regierungsrat, Grunewald, Erdenerstr. 3.

Weiss, Otto, Ingenieur, Halensee-Berlin, Karlsruherstr. 2.

Wellmann, Max., Ingenieur, Brake, Oldenburg, Süderdeichstr.

Wencke, F. W., Schiffbau-Ingenieur, Geeste- 710
münde, Quer-Str. 3.

Wendenburg, H., Marine-Schiffbaumeister, Tsingtau, China, Hafenpostamt.

Werner, A., Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg, Bundes-Str. 20.

Westphal, Gustav, Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Gaarden, Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft, Bellmann-Str. 15.

Wichmann, Dipl.-Ing., Marine-Baumeister, Kiel, Feldstr. 144c.

715 Wiebe, Ed., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Holländer Chaussee 27.

Wiegand, V., Ingenieur, Danzig-Langfuhr, Haupt-Str. 91.

Wiemann, Paul, Ingenieur und Werftbesitzer, Brandenburg a. H.

Wiesinger, W., Geheimer Marine-Baurat und Schiffbaudirektor a. D., Hamburg, Agnes-Str. 28a.

Wiesinger, W., Marine-Schiffbaumeister, Kiel, Waitz-Str. 27.

720 Wigand, Albert, Diplom-Ingenieur, Steglitz, Holsteinische Str. 32a.

Wigger, Hans, Marine-Baumeister, Südende, Halskestr. 32.

Wigankow, Franz, Fabrikant, Hamburg, Klärchenstr. 18.

Wiking, And. Fr., Schiffbau-Ingenieur, Stockholm, Slußplan 63b.

Willemsen, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur und Besichtiger des Germanischen Lloyd, Düsseldorf, Kaiser-Wilhelm-Str. 38.

725 William, Curt, Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Prinz Heinrichstr. 83.

Wilson, Arthur, Schiffbau-Oberingenieur, Grabow a. O., Burg-Str. 11.

Wimplinger, A., Diplom-Ingenieur, Kiel, Jägersberg 8.

Winter, M., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg-St. P., Paulinen-Str. 16 III.

Wippern, C., Inspektor des Norddeutschen Lloyd, Bremerhaven.

730 Witte, Gust. Ad., Schiffbau-Ingenieur, Werft von Heinr. Brandenburg, Blankenese, Strandweg 80.

Wittmaak, H., Diplom-Ingenieur, techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Zehlendorf, Bülow-Str. 1.

Wittmann, Marine-Maschinenbaumeister, Wilhelmshaven, Kaiser-Str. 16, II.

Wolff, Friedrich, Schiffbau-Ingen., Neurahlstedt b. Hamburg, Kaiser-Friedrichstr. 12.

Worsoe, W., Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden.

Wulff, D., Ober-Inspektor der D. D. Ges. 735
Hansa, Bremen, Altmann-Str. 34.

Wustrau, H., Marinebaumeister, Kiel, Feldstrasse 68.

Wys, Fr. S. C. M., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Helder.

Zarnack, M., Geh. Regierungsrat und Professor a. D., Berlin W. 57, Göben-Str. 9.

Zeise, Alf., Senator, Ingenieur und Fabrikbesitzer, i. Fa. Theodor Zeise, Altona-Othmarschen, Reventlow-Str. 10.

Zeiter, F., Ingenieur und Oberlehrer am 740
Technikum Bremen, Bülow-Str. 22.

Zeitz, Direktor, Kiel, Kirchhofsallee 46.

Zeltz, A., Schiffbau-Direktor, Akt.-Ges. „Weser", Bremen, Olbers-Str. 12.

Zetzmann, Ernst, stellvertretender Direktor der Akt.-Ges. „Weser", Bremen, Lobbendorfer Str. 9.

Zickerow, Karl, Schiffb.-Ingenieur, Lehe a. Weser, Hannastr. 3 pt.

Ziehl, Emil, Oberingenieur, Berlin-Weissen- 745
see, Langhans-Str. 128/131.

Zillax, Richard, Schiffbau-Ingenieur Stettin, Deutsche Str. 66.

Zimmer, A. H. A., Ingenieur, i. Fa. J. H. N. Wichhorst, Hamburg, Arningstr.

Zimnic, Josef Oscar, k. und k. Maschinenbau-Oberingenieur III. Klasse, Budapest, Szobi-utcza 4.

Zirn, Karl A., Direktor der Schiffswerft und Maschinenfabrik vorm. Janßen & Schmilinsky A.-G., Hamburg, Hochallee 119 II.

Zöpf, Th., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur 750
der Schiffswerft und Maschinenfabrik Akt.-Ges. vorm. Lange & Sohn, Riga.

5. Mitglieder.

a) Lebenslängliche Mitglieder:

Achelis, Fr., Konsul, Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Am Dobben 25.

Arnhold, Eduard, Geheimer Kommerzienrat, Berlin W., Französische Str. 60/61.

Biermann, Leopold O. H., Künstler, Bremen, Blumenthal-Str. 15.

v. Borsig, Ernst, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin N., Chaussee-Str. 6.

755 Boveri, W., i. Fa. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz).

Brügmann, Wilh., Kommerzienrat, Hüttenbesitzer und Stadtrat, Dortmund, Born-Str. 23.

Buchloh, Hermann, Reeder, Mülheim-Ruhr, Friedrich-Str. 26.

Cassirer, Hugo, Dr. phil., Chemiker und Fabrikbesitzer, Charlottenburg, Kepler-Str. 1/7.

Edye, Alf., i. Fa. Rob. M. Sloman jr., Hamburg, Baumwall 3.

760 Fehlert, Carl, Zivilingenieur und Patentanwalt, Berlin SW. 61, Belle-Alliance-Platz 17.

Flohr, Carl, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin N. 4, Chaussee-Str. 28b.

Forstmann, Erich, Kaufmann, i. Fa. Schulte & Schemmann und Schemmann & Forstmann, Hamburg, Neueburg 12.

v. Guilleaume, Max, Kommerzienrat, Köln, Apostelnkloster 15.

Gutjahr, Louis, Kommerzienrat, Generaldirektor d. Badischen A.-G. f. Rheinschifffahrt u. Seetransport, Antwerpen.

765 Harder, Hans, Ingenieur, Wannsee, Waltfari-Str. 34.

Heckmann, G., Königl. Baurat u. Fabrikbesitzer, Berlin W. 62, Maaßen-Str. 29.

Heß, Henry, President, The Hess-Bright Manufacturing Company 21 st. & Fairmount Ave, Philadelphia U. S. A.

von der Heydt, August, Freiherr, Generalkonsul und Kommerzienrat, Elberfeld.

Huldschinsky, Oscar, Fabrikbesitzer, Berlin W. 10, Matthäikirch-Str. 3a.

Jacobi, C. Adolph, Konsul, Bremen, Osterdeich 58. 770

Kannengießer, Louis, Geh. Kommerzienrat und Württembergischer Konsul, Mülheim a. d. Ruhr.

Karcher, Carl, Reeder, i. Fa. Raab, Karcher & Co., G. m. b. H., Mannheim P. 7. 15.

Kessler, E., Direktor der Mannheimer Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Mannheim, Parkring 27/29.

Kiep, Johannes N., Kaiserl. Deutscher Konsul a. D., Ballenstedt-Harz, Haus Kiep.

Küchen, Gerhard, Kommerzienrat, Mülheim a. d. Ruhr. 775

v. Linde, Carl, Dr., Dr.-Ing., Geheimer Hofrat, Professor, Thalkirchen bei München.

Loesener, Rob. E., Schiffsreeder, i. Fa. Rob. M. Sloman & Co., Hamburg, Alter Wall 20.

Märklin, Ad., Kommerzienrat, Borsigwerk, Oberschlesien.

Meister, C., Direktor der Mannheimer Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Mannheim.

Meuthen, Wilhelm, Direktor der Rheinschiffahrts-Aktien-Gesellschaft vorm. Fendel, Mannheim. 780

Moleschott, Carlo H., Ingenieur, Konsul der Niederlande, Rom, Via Volturno 58.

v. Oechelhaeuser, Wilh., Dr.-Ing., Generaldirektor, Dessau.

Oppenheim, Franz, Dr. phil., Fabrikdirektor, Wannsee, Friedrich-Carl-Str. 24.

Pintsch, Albert, Fabrikbesitzer, Berlin O., Andreas-Str. 72/73.

Pintsch, Julius, Geheimer Kommerzienrat, Berlin W., Tiergarten-Str. 4a. 785

Plate, Geo, früher Präsident des Norddeutschen Lloyd, Neu-Globsow, Post Meuz i. d. Mark.

Ravené, Geheimer Kommerzienrat, Berlin C., Wall-Str. 5/8.

Riedler, A., Dr.-Ing., Geh. Regierungsrat und Professor, Charlottenburg, Königl. Techn. Hochschule.

Ribbert, Julius, Kommerzienrat, Schöneberg b. Berlin, Eisenacher Str. 10.

790 Rinne, H., Hüttendirektor, Essen a. Ruhr, Kronprinzen-Str. 17.

Roer, Paul G., Vorsitzender im Aufsichtsrate der Nordseewerke, Emder Werft und Dock Aktien-Gesellschaft zu Emden, Bad Bentheim.

Schappach, Albert, Bankier, Berlin, Markgrafen-Str. 48 I.

Scheld, Theodor Ch., Technischer Leiter der Firma Th. Scheld, Hamburg 11, Elb-Hof.

v. Siemens, Wilh., Geheimer Regierungsrat, Dr. Ing., Berlin SW., Askanischer Platz 3.

795 Simon, Felix, Rentier, Berlin W., Matthäikirch-Str. 31.

Siveking, Alfred, Dr. jur., Rechtsanwalt, Hamburg, Gr. Theater-Str. 35.

Sinell, Emil, Ingenieur, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 26.

v. Skoda, Karl, Ing., Pilsen, Ferdinand-Str. 10.

Sloman, Fr. L., i. Fa. F. L. Sloman & Co., St. Petersburg, Wassili-Ostrow 2. Linie Nr. 13.

Smidt, J., Konsul, Kaufmann, in Fa. Schröder, 800
Smidt u. Co., Bremen, Söge-Str. 15 A.

Stahl, H. J., Dr. Ing., Kommerzienrat, Düsseldorf, Ost-Str. 10.

Stinnes, Gustav, Kommerzienrat, Reeder, Mülheim a. Ruhr.

Traun, H. Otto, Fabrikant, Hamburg, Meyer-Str. 60.

Ulrich, R., Verwaltungs-Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin NW., Alsen-Str. 12.

Woermann, Ed., Konsul und Reeder, i. Fa. 805
C. Woermann, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 27.

b) Ordnungsmäßige Mitglieder:

Abé, Rich., Betriebsdirektor bei Fried. Krupp, Annen (Westf.), Steinstr. 27.

Abel, Rud., Geheimer Kommerzienrat, Stettin, Heumarkt 5.

Ach, Narziß, Universitäts-Professor, Königsberg, Universität.

v. Achenbach, Königl. Landrat, Berlin W. 10, Viktoriastr. 18.

810 Achgelis, H., Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Geestemünde, Dock-Str. 9.

Ahlborn, Friedrich, Dr. phil., Professor, Oberlehrer, Hamburg 39, Sierichstr. 58 III.

v. Ahlefeld, Vize-Admiral z. D., Exzellenz, Bremen, Contrescarpe 71.

Ahlers, Karl, Kaufmann und Rheder, Bremen, Holzhafen.

Ahlfeld, Hans, Elektroingenieur, Kiel, Hansa-Str. 46.

815 Alexander-Katz, Bruno, Dr. jur., Patentanwalt, Berlin SW. 13, Neuenburger Str. 12.

Althof, Julius, Fabrikdirektor, Magdeburg, Kaiserstr. 55a.

Amsinck, Arnold, Reeder, i. Fa. C. Woermann, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 27.

Amsinck, Th., Direktor der Hamburg-Südamerikan. Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg, Holzbrücke 8 I.

Anger, Paul, Ober-Ingenieur, Charlottenburg, Kant-Str. 105 III.

Ansorge, Martin, Ingenieur, Berlin W. 9, 820
Potsdamer Str. 127/128.

Appel, Paul, Dipl.-Ing., Kiel, Fleethörn 71.

Arenhold, L., Korvetten-Kapitän a. D., Marinemaler, Berlin W, Am Karlsbad 4.

Arldt, C, Dr. Ing., Elektro-Ingenieur, Berlin W. 30, Elßholz-Str. 5 pt.

v. Arnim, V., Admiral, à la Suite des Seeoffizierkorps, Exzellenz, Kiel.

Asthöwer, Walter, Diplom-Ingenieur, Dort- 825
mund, Friedensstr. 25.

Auerbach, Erich, Prokurist, Berlin N.W. 40, Heidestr. 52.

Baare, Fritz, Geh. Kommerzienrat, Generaldirektor des Bochumer Vereins, Bochum.

Bahl, Johannes, Direktor, Charlottenburg, Tegeler Weg 3.

Ballin, Dr. Ing., General-Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm.

Balz, Hermann, Ober-Ingenieur, Stuttgart, 830
König-Str. 16.

Banner, Otto, Dipl.-Ing., Chief-Engineer, Ingersoll-Rand Co., Phillipsburg, N. J. U. S. A.

Banning, Heinrich, Fabrikdirektor, Hamm i. Westf., Moltke-Str. 7.

Bartels, Georg, Direktor der Land- und Seekabelwerke, Aktiengesellschaft, Köln-Nippes, Riehlerstr. 53.

Bartsch, Carl, Direktor des „Astillero-Behrens", Valdivia, Chile.

835 Baumann, M., Walzwerks-Chef, Burbach a. S. Hoch-Str. 17.

Becker, Erich, Fabrikbes., Berlin-Reinickendorf-Ost, Graf Roedern-Allee 18--24.

Becker, J., Fabrikdirektor, Kalk b. Köln a. Rh., Kaiser-Str. 9.

Becker, Julius Ferdinand, Schiffbau-Ingenieur, Glücksburg (Ostsee).

Becker, Julius, Obering. d. Fa. Fried. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr, Hohenzollernstr. 22.

840 Becker, Theodor, Ingenieur, Berlin NO., Elbinger Str. 15.

Beckh, Georg Albert, Kommerzienrat und Fabrikbes., Nürnberg, Laufergasse 20.

Beckh, Otto, Dipl.-Ing. und Ober-Ing. der Germaniawerft, Kiel 15, Karl-Str.

Beckmann, Dr., Ober-Ing. d. Accumulatoren-Fabrik A. G., Zehlendorf b. Berlin, Beeren-Str. 2.

Beeken, Hartwig, Kaufmann, i. Fa. D. Stehr, Hamburg 9, Vorsetzen 42.

845 Beikirch, Franz Otto, Oberingenieur der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Rheinland, Holtkamp-Str. 20.

Belitz, Georg, Redakteur des „Wassersport", Berlin, Friedrich-Str. 239.

Bendemann, F., Dr.-Ing., Lindenberg, Kr. Beeskow.

Benkert, Hermann, Oberingenieur, Hamburg, Lorgerstieg 17.

Berg, Fritz, Hüttendirektor, Engers a. Rh., Concordiahütte.

850 Bergmann Otto, Maschb.-Ingenieur, Kiel, Bugenhagenstr. 6.

Bergner, Fritz, Kaufmann, Berlin N. 113, Schönhauser Allee 82.

Berndt, Franz, Kaufmann und Stadtrat, Swinemünde, Lootsen-Str. 51 I.

Bernigshausen, F., Direktor, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 132.

Bertens, Eugen, Ingenieur der Chilenischen Kriegsmarine, Dique de Carena, Talcahuano, Chile.

Beschoren, Karl, Diplom-Ingenieur, Bremen, 855 Osterholzer Str. 49.

Bier, A., Amtlicher Abnahme-Ingenieur, St. Johann a. d. Saar, Kaiser-Str. 30.

Bierans, S., Ingenieur, Bremerhaven, Siel-Str. 39 I.

Bitterling, Willi, Marine-Ingenieur, Friedenau, Wilhelmshöher Str. 24.

Bluhm, E., Fabrikdirektor, Berlin S., Ritter-Straße 12.

Blumenfeld, Bd., Kaufmann und Reeder, 860 Hamburg, Dovenhof 77/79.

Böcking, Rudolph, Geheimer Kommerzienrat, Halbergerhütte b. Brebach a. d. Saar.

Bode, Alfred, Direktor, Hamburg 20, Rotenbaum-Chaussee 11.

v. Bodenhausen, Freiherr, Vice-Admiral z. D., Gr. Lichterfelde W., Thekla-Str. 8.

Bögel, W. Hüttendirektor i. Fa. Henschel & Sohn Abt. Henrichshütte, Hattingen-Ruhr.

Böger, M., Direktor der Vereinigten Bugsier- 865 und Frachtschiffahrt-Gesellschaft, Hamburg, Trostbrücke 1 III, Laeiszhof.

Bojunga, Justus, Fabrikbesitzer, i. Fa. W. Griese & Co., Delmenhorst.

Böker, M. G., Technischer Direktor, Remscheid, Eberhard-Str. 22 a.

Boner, Franz A., Dr. jur., Dispacheur, Bremen, Börsen-Nebengebäude 24.

Borja de Mozota, A., Direktor des Bureaus Veritas, Paris, 8 Place de la Bourse.

Bormann, Geheimer Ober-Regierungsrat, 870 Charlottenburg, Bleibtreu-Str. 12.

v. Born, Theodor, Korvetten-Kapitän a. D., Düsseldorf, Uhland-Str. 11.

Borowitsch, Wladimir, Ingenieur, Moskau, Mjassnitzkaja, Haus Meschin.

v. Borsig, Conrad, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Tegel, Veit-Str. 17.

Bracht, Walter, Ingenieur, Wilmersdorf, Prinz-Regenten-Str. 56.

Bramslöw, F. C., Reeder, Hamburg, Admi- 875 ralitäts-Str. 33/34.

Brand, Robert, Fabrikant, Remscheid-Hasten.

Brandenburg, Jacob, Oberingenieur der Gutehoffnungshütte, Sterkrade Rheinland.

Brandt, Leopold, Direktor, Kassel-Wilhelmshöhe, Wigand-Str. 6.

Brauer, Walther, Dipl.-Ing., Charlottenburg, Krumme-Str. 68 II.

880 Braun, Harry, Dipl.-Ing. u. Mitbes. d. Werkzeugmaschinen-Fabrik u. Eisengießerei J. C. Braun, Reichenbach i. Vogtl.

Breest, Wilhelm, Fabrikbesitzer, Berlin W., Cornelius-Str. 10.

v. Breitenbach, Exzellenz, Staatsminister u. Minister der öffentl. Arbeiten, Berlin W., Wilhelm-Str. 79.

Bremermann, Joh. F., Lloyd - Direktor, Bremen.

Bresina, Richard, Fabrikdirektor, Stolberg, Rhld., Büsbacher Str. 6.

885 Bretz, Hermann, Ingenieur, Berlin SW. 68, Ritter-Str. 42/43.

Breuer, L. W., Ingenieur, i. Fa. Breuer, Schumacher & Co., Kalk b. Köln a. Rh., Haupt-Str. 315.

Briede, Otto, Ingenieur, Direktor der Benrather Maschinenfabrik-Akt.-Ges., Benrath b. Düsseldorf.

Brinkmann, Gustav, Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Witten-Ruhr, Garten-Str. 7.

Broström, Dan, Schiffsreeder, Göteborg.

890 Bröckelmann, Ernst, Generaldirektor a. D., Kiel, Etenarch-Str. 53.

Brunner, Karl, Ingenieur, Mannheim, Lamey-Str. 22.

Bruns, Hans, Dipl.-Ingenieur, Nürnberg, Bayreuther-Str. 46.

Bücking, Oberbaudirektor der Baudirektion der Freien und Hansestadt Bremen, Bremen, Werder-Str. 1.

Bueck, Henri Axel, Generalsekretär, Wilmersdorf-Berlin, Pariser Str. 33/34.

895 Bühring, John Charles. Fabrikant, Hamburg 1, Sfelding-Str. 21.

Büttner, Dr. Max, Ingenieur, Berlin W., Achenbach-Str. 7/8.

Burmeister, Max, Marine - Oberstabs - Ing. a. D., Marienfelde b. Berlin, Adolfstr. 81.

Buschow, Paul, Ingenieur, General-Vertreter von A. Borsig-Tegel, Hannover, Bödeker-Str. 71.

Calmon, Generaldirektor, Hamburg, Asbest- und Gummiwerke, Akt.-Ges.

900 Carels. Charles. Mitinhaber d. Fa. Carels Frères, Gent, Belgien.

Caspary, Gustav, Ing. Marienfelde bei Berlin.

Caspary, Emil, Diplom-Ingnieur, Marienfelde bei Berlin.

Cellier, A., Schiffsmakler, Hamburg, Neuer Wandrahm 1.

Clouth, Max, Fabrikant und französ. Konsularagent, Köln-Nippes.

Colloredo-Mannsfeld, Graf Hieronymus, Linienschiffs-Leutnant, Österr. Ung. Mar.-Attaché Berlin W., Tiergarten-Str. 14. 905

Courtois, Louis, Civil-Ingenieur, Charlottenburg 5, Witzlebener Str. 3.

Cruse, Hans, Dr., Ingenieur, Berlin W 50, Geisberg-Str. 29.

Curti, A., Direktor der Daimler-Motoren-Gesellschaft, Marienfelde b. Berlin.

Dahl, Hermann, Ingenieur und Direktor der Gesellschaft für moderne Kraftanlagen, Berlin W 35, Lützow-Str. 71.

Dahlström, Axel, Direktor der Reederei Akt.-Ges. von 1896, Hamburg, Steinhöft 8-11, Elbhof. 910

Dahlström, H. F., Direktor d. Nordd. Bergungs-Vereins, Hamburg, Neß 9 II.

Dahlström, W., jr., Direktor der Reederei Aktien-Gesellschaft von 1896, Hamburg, Vorsetzen 15 I.

Dahlström, W., Assessor, z. Zt. Syndikus der Firma W. Dahlström, Hamburg, Steinhöft 8-11, Elbhof.

Dallmer, Paul, Direktor der Krefelder Stahlwerke, Akt.-Ges., Berlin, Regensburger Str. 33a.

D'Andrezel, Capitaine de Frégate, Paris, 45 avenue Kléber. 915

Danneel, Fr., Dr. jur., Wirkl. Geheimer Admiralitätsrat, Grunewald bei Berlin, Trabener Str. 2.

Dapper, Dr., Carl, Professor, Geheimer Medizinalrat, Bad Kissingen.

Debes, Ed., Fabrikdirektor, Hamburg, Meyer-Str. 59.

Deichsel, A., Fabrikbesitzer, Myslowitz O.-S.

Deissler, Rob., Ingenieur, Berlin SW., Gitschiner Str. 108. 920

Delbrück, Dr., Preuß. Staatsminister, Staatssekretär des Innern, Exzellenz, Berlin W 64, Wilhelm-Str. 74.

Deutsch, Felix, Geh. Kommerzienrat, Direktor d. A. E. G., Berlin NW. 40, Friedrich-Carl-Ufer 2—4.

Dieckhaus, Jos., Fabrikbesitzer und Reeder, Papenburg a. Ems.

Diederichs, Direktor der Norddeutschen Seekabelwerke A.-G., Nordenham.

925 Diederichsen G., jr., Schiffsreeder, i. Fa. M. Jebsen, Hamburg-Reichenhof.

Diederichsen, H., Schiffsreeder, Kiel.

Diesel, Rudolf, Dr. Ing., Zivil-Ingenieur, München, Maria-Theresia-Str. 32.

Dieterich, Georg, Direktor der Sächsischen Maschinen-Fabrik vorm. Rich. Hartmann Akt.-Ges., Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 103/4.

Dietrich, Otto, Fabrikbesitzer, Charlottenburg, Potsdamer Str. 35.

930 Ditges, Rud., Generalsekretär des Vereins Deutscher Schiffswerften, Berlin W 10, Lützowufer 13.

Dittmer, Kapitän z. See a. D., Berlin N.W. 6, Luisen-Str. 33/34.

Dodillet, Richard A., Ober-Ingenieur, Südende bei Berlin, Potsdamer Str. 27.

Doden, Friedrich, Diplom-Ingenieur, Bremen, Bismarck-Str. 98.

Doettloff, Egmont, Dipl.-Ing., Cassel, Rolandstr. 2.

935 Döhne, Ferd., Dr. Ing., Direktor b. A. Borsig, Tegel.

Dolberg, E., Kapitänleutnant zur See, Berlin, Marinepostbüro S.M.S. „Tiger", Ost-Asien,

Dörken, Georg, Heinrich, Fabrikbesitzer, i. Fa. Gebr. Dörken, G. m. b. H., Gevelsberg i. W.

Dreger, P., Hüttendirektor, Peine bei Hannover.

Driessen, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Chefingenieur im kaiserl. osm. Marine-Ministerium, Constantinopel, Deutsche Post.

940 Duncker, Arthur, Assekuradeur, Hamburg, Trostbrücke 1, Laeiszhof.

Duschka, H., Fabrikant, i. Fa. F. A. Sening, Hamburg 37, Klosterallee 55, Hchpt.

Dücker, A., Direktor der nautischen Abteilung der Woermann-Linie und der deutschen Ost-Afrika-Linie, Kapitän, Hamburg, Afrikahaus, Gr. Reichen-Str.

Dümling, W, Kommerzienrat, Schönebeck a. E.

Dürr, Ludwig, Zivil-Ingenieur, Icking, b. München, Haus Luginsland.

945 Ecker, Dr. jur., Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm.

Eckermann, Kapitän z. See, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft.

Eckmann, C. John, Maschinen-Inspektor der Deutsch-Amerikan. Petrol.-Ges., Hamburg, Neuer Jungfernstieg 21.

Ehlers, Otto, Diplom-Ingenieur, Charlottenburg, Hebbelstr. 7.

Ehlers, Paul, Dr. jur., Rechtsanwalt, Hamburg, Adolphsbrücke 4.

Ehrensberger, E., Dr. Ing., Mitglied des 950
Direktoriums der Firma Fried. Krupp, Essen-Ruhr.

Eich, Nicolaus, Direktor, Düsseldorf, Stern-Str. 38.

Eichhoff, Professor a. d. Königl. Bergakademie Berlin, Charlottenburg, Mommsen-Str. 57.

v. Eickstedt, A., Admiral z. D., Exzellenz, Berlin W 15, Olivaer Platz 7 I.

Eigenbrodt, Reinhard, Generaldirektor der Deutsch-Luxemb. Bergwerks- u. Hütten-A.-G. Union, Dortmund.

Eilert, Paul, Direktor, Hamburg, St. Annen 1. 955

v. Einem, George, Kapitänleutnant, Gotha, Göthestr. 2.

Ekman, Gustav, Ehrendoktor, Göteborg, Mek. Werkstad.

Ellingen, W., Ingenieur, Direktor der J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock.

Elvers, Ad., Schiffsmakler und Reeder i. Fa. Knöhr & Burchardt Nfl., Hamburg 39, Bellevue 38.

Emden, Paul, Dr., Ober-Ing. der Bergmann 960
Elektrizitätswerke A.-G., Abt. für Schiffsturbinen, Berlin NW. 6, Philipp-Str. 7 I.

Emmerich, Ernst, Oberingenieur d. Fa. Friedr. Krupp A.-G., Essen-Ruhr, Gußstahlfabrik.

Emsmann, Kontre-Admiral a. D., Charlottenburg, Knesebeck-Str.

Engel, K., Mitinhaber der Werft von Heinr. Brandenburg, Hamburg, Feldbrunnen-Str. 46.

Engelhard, Arnim, Ingenieur, Offenbach a. M., i. Fa. Gollet & Engelhardt.

Engelhausen, W., Betriebs-Ingenieur, 965
Bremen, Luther-Str. 55.

Engelmayer, Otto, Ingenieur, Halensee, Joachim-Friedrichstr. 25.

Engels, Hubert, Geheimer Hofrat und Professor, Dresden-A., Schweizer Str. 12.

Essberger, J. A., Oberingenieur, Direktor der Elektrizitätsgesellschaft für Kriegs- u. Handelsmarine m. b. H., Berlin, Königgrätzer Str. 6, Schöneberg b. Berlin, Münchener Str. 18.

von Eucken-Addenhausen, Georg, Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat und Großherzoglich Oldenburgischer Gesandter, Berlin W 15, Kaiserallee 207.

970 Faber, Theodor, Schiffahrtsdirektor, Hirschfeld i. Sachsen.

Fabig, Hermann, Dipl.-Ing., Direktor der Bonner Maschinen-Fabrik Mönkemöller G. m. b. H., Bonn a. Rh., Hofgarten-Str. 12.

Fankhauser, Eduard, Diplom-Ingenieur, Halensee, Kurfürstendamm 115 II.

Faramond, de, G. Vicomte, Fregattenkapitän, Marine-Attaché bei der französischen Botschaft, Berlin W. 30, Hohenzollern-Str. 15.

Fasse, Ernst, Ingenieur, Hanseatische Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Lübeck.

975 Fendel, Fritz, Direktor der Rheinschiffahrt-Aktiengesellschaft vorm. Fendel, Mannheim, Parkring 37.

Fischer, Curt, Salomon, Direktor der Sächsisch-Böhmischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Dresden-A., Gerichtsstr. 26 II.

Fischer, Ernst, Ingenieur Danzig, Hansagasse 6 u. 7.

Fischer, Heinrich, Fabrikbesitzer, Stettin, Birkenallee 3 a.

Fischer, M., techn. Direktor der Lokomotivfabrik Heinrich Lanz, Heidelberg, Neuenheimer Land-Str. 64.

980 Fitzner, R., Fabrikbesitzer, Laurahütte O.-S.

Fleck, Richard, Fabrikbesitzer, Berlin N, Chaussee-Str. 29 II.

Flender, H. Aug., Direktor der Brückenbau-Flender-Act.-Ges., Benrath.

Flohr, Willy, Dipl.-Ingenieur, Berlin N 4, Chaussee-Str. 35.

Flügger, Eduard, Fabrikant Hamburg, Rödingsmarkt 19.

985 Förster, Georg, i. Fa. Emil G. v. Höveling, Hamburg, Lerchenfeld 7.

François, H. Ed., Konstrukteur elektrischer Apparate für Kriegs- und Handelsschiffe Hamburg, Große Bleichen 27, Kaiser-Gallerie.

Franke, Rudolf, Dr., Direktor d. Akt.-Ges. Mix & Genest, Privatdozent a. d. Kgl. Techn. Hochschule, Südende, Bahnstr. 18.

Freund, Walter, Ingenieur, Mitinhaber der Flexilis Werke G. m. b. H., Tempelhof bei Berlin.

Friedhoff, L., Bureauvorsteher der Burbacherhütte, Burbach a. Saar.

Friedlaender, Konrad, Korvettenkapitän z. D. 990 Kiel, i. Fa. Neufeldt & Kuhnke, Holtenauer Str. 62.

de Fries, Wilhelm, i. Fa. Wilhelm de Fries & Co., Düsseldorf, Hansahaus.

Fritz, Heinrich, Ingenieur, Elbing, Große Lastadien-Str. 11.

Fritz, P., Konsul und Ingenieur, Berlin W. 9, Link-Str. 33.

Fritze, Joh., Ingenieur, Inh. d. Fa. Metallwerke Heegermühle, Heegermühle bei Eberswalde.

Frölich, Fr., Dipl.-Ing. Düsseldorf, Breite 995 Straße 27.

Frommann, Walter, Fregattenkapitän a. D., Schöneberg bei Berlin, Innsbrucker Str. 42.

Frühling, O., Regierungs-Baumeister, Braunschweig, Monumentsplatz 5.

Fürbringer, Geh. Regierungsrat, Oberbürgermeister, Emden, Bahnhof-Str. 10.

Funck, Carl, Direktor der Elbinger Metallwerke G. m. b. H., Elbing, Äußerer Georgendamm 25 a.

Gädecke, Kapitän z. See, Berlin, Reichs- 1000 marineamt.

Galland, Leo, Ingenieur, Berlin W. 15, Kaiserallee 204.

Galli, Johs., Hüttendirektor a. D., Professor für Eisenhüttenkunde a. d. Kgl. Bergakademie Freiberg i. Sa.

Ganssauge, Paul, Prokurist der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.

Genest, W., Generaldirektor der Aktien-Gesellschaft Mix & Genest, Berlin W. 9, Schellingstr. 12.

Gerdau, B., Direktor, Düsseldorf-Grafen- 1005 berg, p. a. Haniel & Lueg.

Gerdes, G., Kontre-Admiral und Direktor des Waffen-Departements im R.-M.-A., Wilmersdorf, Prager Platz 1.

Gerdts, Gustav F., Kaufmann, Bremen, Soege-Str. 42—44.

Gerling, F., Reeder i. Fa. Marschall & Gerling, Antwerpen.

Geyer, Wilh., Regierungsbaumeister a. D., Berlin W., Luitpold-Str. 44.

1010 Gillhausen, G., Dr. Ing., Mitglied des Direktoriums d. Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen a. Ruhr, Hohenzollern-Str. 12.

Gleitz, Ernst, Direktor der Neuen Deutsch-Böhmischen Elbschiffahrt-A.-G., Dresden, Max-Str. 17.

Glitz, Erich, Geschäftsführer des Schiffbaustahl-Kontors G. m. b. H., Essen-Ruhr, Selma-Str. 15.

Goedhart, P. C., Direktor der Gebrüder Goedhart A.-G., Düsseldorf, Kaiser-Wilhelm-Str. 40.

Goldtschmidt, Dr. Hans, Fabrikbesitzer, Essen a. Ruhr, Bismarck-Str. 98.

1015 Goßler, Oskar, Inhaber d. Fa. John Monnington, Hamburg, Rödingsmarkt 58.

Gradenwitz, Richard, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin S. 14, Dresdener Str. 38.

Grah, Peter, Vorstand der Firma Sundwiger Eisenhütte Maschb. A.-G., Sundwig, Kr. Iserlohn.

Griebel, Franz, Reeder, Stettin, Große Lastadie 56.

Griese, Korvettenkapitän a. D., Wilmersdorf, Uhland-Str. 127.

1020 Grosse, Carl, Generalvertreter von Otto Gruson & Co., Buckau, Hamburg, Alsterdamm 16/17.

Gruber, Karl, Technischer Direktor, Rheydt, Firma Otto Froriep G. m. b. H.

Grunow, Roderich, Kaufmann, Stettin, Gr. Oder-Str. 10.

Grünwald, Siegfr., Schiffahrts-Direktor, Dresden, Permoserstr. 13 I.

de Gruyter, Dr. Paul, Fabrikbesitzer, Berlin W., Kurfürstendamm 36.

1025 Guggenheimer, Dr., Fabrikdirektor u. franz. Konsul, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Augsburg, Völkstr. 4.

Guilleaume, Emil, Kommerzienrat, Dr. Ing., Mülheim a. Rh., Bahnstr. 94.

Günther, R., Regierungsbaumeister a. D., Steglitz, Holsteinische Str. 12. II.

Gutermuth, M. F., Geh. Baurat u. Professor a. d. Techn. Hochschule zu Darmstadt.

Guthknecht, Dipl.-Ingenieur, Patentanwalt, Dortmund, Ostenhellweg 1.

Guthmann, Robert, Baumeister und Fabrikbesitzer, Berlin W., Voß-Str. 18. 1030

Gütschow, Wilhelm, Diplom-Ingenieur, Hamburg 24, Erlenkamp 13 III.

Haack, Hans, Kaufmann, i. Fa. Haack & Nebelthau, Bremen.

Habich, Paul, Regierungs-Baumeister a. D., Direktor der Aktien-Gesellschaft für überseeische Bauunternehmungen, Berlin W. 31, Landshuter Str. 25.

Häbich, Wilhelm, Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Rheinl.

Hackelberg, Eugen, Kaufmann, Charlottenburg, Knesebeck-Str. 85. 1035

Hahn, Aug., Direktor, Berlin W. 30, Berchtesgadener Str. 12.

Hahn, Dr. phil. Georg, Fabrikbesitzer, Berlin W. 10, Tiergarten-Str. 21.

Hahn, Willy, Dr. jur., Rechtsanwalt und Notar, Berlin W. 62, Lützow-Platz 2.

Haller, M., Civil-Ingenieur, Berlin NW., Alt-Moabit 110.

Hammar, Birger, Kaufmann, Hamburg, Bürgermeisterhaus, Neuerwall 75/79. 1040

Hammer, Felix, Dipl.-Ing., Stettin, Bugenhagen-Str. 17.

Hammler, Ernst, Direktor der Görlitzer Maschinenbau A.-G., Görlitz.

Harbeck, M., Hamburg, Glashüttenstr. 37/40.

Hardcastle, F. E., Besichtiger des Germ. Lloyd, Bureau Veritas usw., Bombay, Apollo-Str. 89.

Harms, Gustav, Eisengießereibesitzer, Hamburg 29, Norder Elb-Str. 77/81. 1045

Harms, Otto, Vorstand der Deutsch-Austral. D. G., Hamburg, Trostbrücke 1.

Hartmann, Eugen, Professor, Ingenieur, Frankfurt a. M. König-Str. 97.

Hartmann, Otto H., Ober-Ing. der Schmidtschen Heißdampfanlagen, Cassel, Wilhelmshöhe, Rolandstr. 2.

Hartmann, W., Professor, Grunewald-Berlin, Trabener Str. 2.

1050 Hartwig, Rudolf, Dipl.-Ingenieur, Mitglied des Direktoriums der Firma Fried. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr, Hohenzollern-Str. 34.

Heegewaldt, A. Fabrikbesitzer, Berlin W. 15, Uhland-Str. 175.

Heemsoth, Heinrich, General-Vertreter, Hamburg, Admiralität-Str. 52/53.

Heesch, Otto, Oberingenieur, Oberlössnitz-Radebeul, Reichsstr. 6.

Heese, Albrecht, Hauptmann a. D., Berlin W. 10, Hitzig-Str. 5.

1055 Heidmann, R. W., Kaufmann, Hamburg, Hafen-Str. 97.

Heidmann, Henry W., Ingenieur, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 25.

Heineken, Vorsitzender des Direktoriums Norddeutscher Lloyd, Bremen.

Heinrich, W., Diplom-Ingenieur, Kiel, Knooperweg 185.

Heller, E., Direktor, Wien I, Schwarzenberg-Platz 7.

1060 Hempelmann, August, Dr.-Ing., Ingenieur, Magdeburg, Winterfeldt-Str. 3.

Henkel, Gustav, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Direktor der Herkulesbahn, Kassel-Wilhelmshöhe, Villa Henkel.

Henkel, Kontreadmiral und Oberwerftdirektor, Kiel, Kaiserl. Werft.

Hensolt, Johannes Dipl.-Ing., Hamburg 25, Sechslingspforte 7 III.

Herbrecht, Carl, Direktor der Rheinischen Stahlwerke Abt. Duisburger Eisen- und Stahlwerke Duisburg, Heide-Str. 36a.

1065 Herrmann, E., Professor Dr., Abteilungsvorsteher der Deutschen Seewarte, Hamburg 9, Deutsche Seewarte.

Hertz, Ad., Direktor der Deutschen Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Gr. Reichen-Str. 25.

Herwig, August, Hüttenbesitzer, Dillenburg, Oranien-Str. 11.

Herwig, M., jr., Fabrikbesitzer, i. Fa. Eisenwerk Lahn, M. & R. Herwig jr., Dillenburg.

Herzberg, A., Baurat u. Ingen., Berlin W. 62, Keith-Str. 14.

1070 Hesse, Paul, Fabrikdirektor, Berlin NW., Rathenower Str. 75.

Hessenbruch, Fritz, Direktor, Duisburg, Mülheim-Str. 59.

Heubach, Ernst, Ingenieur, Berlin-Tempelhof, Ringbahn-Str. 42/44.

Heymann, Alfred, Fabrikbesitzer, Hamburg, Neuerwall 42.

Heyne, Walter, Direktor, Deutsche Vacuum Oil Company, Wandsbeck bei Hamburg, Marienanlage 15.

Hiehle, Kurt, Techn. Hilfsarbeiter beim 1075 Reichsmarineamt, Friedenau, Brünhilde-Str. 7.

Hilbenz, Dr. phil., Techn. Direktor der Friedrich-Alfred-Hütte der Fried. Krupp A.-G., Rheinhausen-Friemersheim.

Hirschfeld, Ad., Dampfkessel-Revisor der Baupolizei-Behörde Hamburg 23, Blumenau 125.

Hirte, Johs., Regierungs-Baumeister, Berlin SW., Markgrafen-Str. 94.

Hissink, Direktor der Bergmann-Elektrizitäts-Werke, Berlin NW., Hansa-Ufer 8.

Hjarup, Paul, Ingenieur und Fabrikbesitzer, 1080 Berlin N., Prinzen-Allee 24.

Hochstetter, Franz, Dr. phil., Geschäftsführer, Berlin NW. 6, Schumann-Str. 2.

Hoernes, Hermann, K. u. K. Oberstleutnant, Linz in Österreich.

Hoffmann, M. W., Dr. phil., i. Fa. Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Optik Carl Bamberg, Friedenau, Berlin-Friedenau, Süd-West-Corso 74.

Hohage, Dr. K., Ingenieur, Bergedorf bei Hamburg, Grasweg 18.

Hollweg, Kapitän zur See, Berlin W. 9, 1085 Reichs-Marine-Amt.

Holzapfel, A. C., Fabrikant, London E. C., Fenchurch Street 57.

Holzwarth, Hans, Ingenieur, Mannheim, B. 7. 18.

d'Hone, Heinrich, Fabrikbesitzer, Duisburg.

Hölck, Heinr., Konsul von Brasilien, Düsseldorf, Graf Recke-Str. 69.

v. Hollmann, Exz. Staatssekretär a. D., 1090 Admiral à la suite des Seeoffizierkorps, Berlin W. 15, Fasanen-Str. 71.

Höltzcke, Paul, Dr. phil., Chemiker, Kiel, Eisenbahndamm 12.

Hopmann, Kapitän zur See, Berlin W. 9, Leipziger Platz 13, R. M. A.

Horn, Fritz, Hüttendirektor, Grunewald, Hubertus-Str. 16.

Hornbeck, A., Ingenieur, Hamburg 19, Tornquist-Str. 26.

1095 **Howaldt**, Adolf, Ober-Ingenieur, Magdeburg, Benediktiner-Str. 1.

Hübner, K., Direktor, Duisburg, Lutherstr. 32.

Hüneke, Direktor, Maschinenbau-Akt.-Ges. Martini & Hüneke, Berlin W. 35, Lützow-Str. 96.

Huth, Erich, Dr. phil., Ingenieur, Berlin, Landshuter Str. 9.

Illig, Hans, Direktor der Felten & Guilleaume-Lahmeyer-Werke A.-G., Frankfurt a. M., Schumann-Str. 40.

1100 **Imle**, Emil, Diplom-Ingenieur, Dresden-A., Helmholz-Str. 5.

Inden, Hub., Fabrikant, Düsseldorf, Neander-Str. 15.

Ivers, C., Schiffsreeder, Kiel.

Jacobsen, Louis, Oberingenieur, Hamburg 29, Norder Elb-Str. 4 I.

Janda, Emil R., Architekt, Hamburg 21, Gellert-Str. 25.

1105 **Jannasch**, G. A., Fabrikdirektor, Laurahütte O.-S.

Janzon, Paul, Civil-Ingenieur, Berlin N. 65, Müller-Str. 153.

Jarke, Alfred, Kaufmann, Berlin W. 15, Lietzenburger Str. 24.

Jebsen, J., Reeder, Apenrade.

Jebsen, M., Reeder, Hamburg, Große Reichen-Str. 49/57, Reichenhof.

1110 **Jochimsen**, Karl, Oberingenieur, Charlottenburg, Kamminer Str. 35.

Jochmann, Ernst, Maschinen-Ingenieur, Hamburg 21, Uhlenhorster Weg 28 II.

Johnson, Axel Axelson, Zivil-Ingenieur und Konsul, Stockholm, Wasagatan 4.

Johnson, Helge Axson, Konsul, Stockholm 12, Kungsträdgardsgatan.

Joost, J., Direktor der Norddeutschen Farbenfabrik Holzapfel, G. m. b. H., Hamburg, Steinhöft 1.

1115 **Jordan**, Dr. jur. Hans, Direktor der Bergisch-Märkischen Bank, Mitglied des Aufsichtsrates des Nordd. Lloyd, Schloß Malinckroot b. Wetter (Ruhr).

Jordan, Paul, Direktor der Allg. Elektr.-Ges., Grunewald b. Berlin, Bismarck-Allee 26.

Josse, Emil, Geheimer Regierungsrat und Prof. a. d. Königl. Technischen Hochschule Berlin, Charlottenburg, Uhland-Str. 158.

Junghans, Erhard, Kommerzienrat, Schramberg, Württemberg.

Junkers, Hugo, Professor, Aachen, Brabant-Str. 64.

Jurenka, Rob., Direktor der Deutschen Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke A.-G., Oberhausen, Rheinland. 1120

Jürgens, R., Ingenieur, Lübeck, Moltke-Str. 2a.

Kaehlert, Marine-Chefingenieur a. D., Kiel, Goethe-Str. 12 II.

Kaemmerer, W., Ingenieur, Berlin NW 7, Charlotten-Str. 43.

Kammerhoff, Meno, Direktor der Deutschen Edison-Akkumulatoren-Company, G. m. b. H., 159 Cleveland Street, Orange, New Yersey, U. S. A.

Kampffmeyer, Theodor, Baumeister, Berlin SW 48, Friedrich-Str. 20. 1125

Karcher, E., Hüttendirektor, Dillingen an der Saar.

Kauermann, August, Ingenieur, Generaldirektor der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G., Duisburg, Realschul-Str. 42.

Kaufhold, Max, Fabrikdirektor, Essen-Ruhr, Elisabeth-Str. 7.

Kawadje, Toshinori, Korvettenkapitän, Tokio, Japan, Marine-Ministerium.

Keetman, Wilhelm, Direktor, Duisburg, Hedwig-Str. 29. 1130

Keitel, Hugo, Zivil-Ingenieur, Düsseldorf, Clever Str. 76.

Kelch, Hans, Leutnant a. D., i. Fa. Motorenwerk Hoffmann & Co., Potsdam, Neue König-Str. 95.

Kellner, L., Direktor des Stahlwerks Augustfehn, Bremen, Bismarck-Str. 88.

Kelly, Alexander, Direktor v. H. Napier Brothers Ltd., Glasgow, Hyde-Park Street 100.

Kemperling, Adolf, Bevollmächtigter der Gebr. Böhler & Co., A.-G., Berlin NW. 5, Quitzow-Str. 24. 1135

Kempf, Günther, Diplom-Ingenieur, Hamburg-Bergedorf, Ernst Mautius-Str. 22.

Kindermann, Franz, Ober-Ing. d. Allgem. Elektr.-Ges. Duisburg a. Rh., Sonnenwall 82.

Kins, Johs., Direktor der Dampfschifff.-Ges. Stern, Berlin SO. 16, Brücken-Str. 13 I.

v. Kirchmayr, Ritter, Georg, k.u.k. Kontre-Admiral, Seearsenalskommandant, Pola.

1140 Kirchner, Ernst, Kommerzienrat u. Mitglied des Vorstandes der Maschinenbauanstalt Kirchner & Co., Akt. Ges., Leipzig-Sellerhausen.

Klauke, E., Fabrikbesitzer, Charlottenburg-Westend, Kaiserdamm 21.

Klawitter, Willi, Kaufmann u. Werftbesitzer, i. F. J. W. Klawitter, Danzig.

Klée, W., Kaufmann, i. Fa. Klée & Koecher, Hamburg, König-Str. 15.

Klein, Ernst, Kommerzienrat, Dahlbruch i. Westf.

1145 von Klemperer, Herbert, Dr.-Ing., Direktor der Berliner Maschinenbau Akt.-Ges. vorm. L. Schwartzkopff, Berlin N 4, Chausseestr. 23.

Klippe, Hans, Ingen., Hamburg, Königstr. 8.

Klock, Chr., Ingenieur, Hamburg, Bismarck-Str. 5 pt.

Klönne, Carl, Geh. Kommerzienrat, Direktor der Deutschen Bank, Berlin W 64, Behren-Str. 9-13.

Kluge, Hans, Dipl.-Ing., Stettin, Pestalozzi-Str. 4.

1150 Klüpfel, Ludwig, Finanzrat, Mitglied des Direktoriums der Firma Fried. Krupp, Akt.-Ges., Stuttgart, Dannecker-Str. 21.

Knackstedt, Ernst, Fabrikdirektor, Düsseldorf, Achenbach-Str. 107.

Knarr, Erich, Fabrikbesitzer, Spandau, Kloster-Str. 6/7.

Knobloch, Emil, Kommissionsrat, Charlottenburg, Kant-Str. 159.

Knust, H., Kapitän a. D., Stadtrat, Stettin, Königsplatz 5.

1155 Kopitzke, Erich, Ingenieur, Stettin-Grabow, Post-Str. 3.

Korten, R., Direktor, Malstatt - Burbach, Hoch-Str. 19.

Kortmann, Paul, Ober-Ingenieur und Prokurist der B. M. A. G., Berlin N. 4, Chaussee-Str. 23.

Kosegarten, Max, Generaldirektor der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken, Berlin NW 7, Dorotheen-Str. 43/44.

Köhler, Ober-Postdirektor, Hamburg, Stephansplatz 5.

Kohlstedt, W., Fabrikbesitzer, Duisburg, Mülheimer Str. 101. 1160

Köhncke, Heinr., Zivilingenieur, Bremen, Markt 14.

Körting, Ernst, Ingenieur, Techn. Direktor der Gebr. Körting A.-G., Körtingsdorf b. Hannover.

Kosche, Arno, Direktor der H. Maihak A. G., Hamburg.

Köser, Fr., Kaufmann, i. Fa. Th. Höeg, Hamburg, Steinhöft 8, Elbhof.

Kösel, Albert, Direktor und Vorstand der Ernst Schieß Werkzeugmaschinenfabrik Akt.-Ges., Düsseldorf, Kurfürsten-Str. 20. 1165

Köster, W. Ingenieur und Fabrikdirektor, Frankfurt a. M., Roon-Str. 4.

Kraus, Gustav, Zivilingenieur, Hamburg 36, Neuerwall 36.

Krauschitz, Georg, Ingenieur und Fabrikant, Charlottenburg, Savignyplatz 9.

Krause, Max, Baurat, Direktor von A. Borsigs Berg- und Hüttenverwaltung, Berlin N. 4, Chaussee-Str. 13.

Krause, Max, Arthur, Fabrikant, Berlin-Charlottenburg, Knesebeck-Str. 28. 1170

Krell, Otto, Direktor der Kriegs- u. Schiffbautechnischen Abteilung bei den Siemens-Schuckert-Werken, Berlin W 15, Kurfürstendamm 22.

Krell, Rudolf, Professor, München, Techn. Hochschule.

Krieg, Kapitän zur See z. D., Bibliothekar der Marine-Akademie und Schule, Kiel.

Krieger, R., Hüttendirektor, Düsseldorf, Kaiser Friedrichring 20.

Kriegeskotte, Hugo, Fabrikdirektor, Chemnitz, Aue 26. 1175

von Kries, Carl, Direktor, Breedelar i. Westfalen, Jechitwerk.

Kroebel, R., Ingenieur, Hamburg, Glockengießerwall 1.

Krogmann, Richard, Vorsitzender der See-Berufsgenossenschaft, Hamburg, Trostbrücke 1.

Kröhl, J., Kaufmann, Deutsche Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Afrika-Haus.

v. Kühlwetter, V., Kapitän z. S., Kommandant S. M. S. Hessen, Kiel, Niemannsweg 61. 1180

Kuhnke, Fabrikant, Kiel, Holtenauer Str. 182 I.

Kunstmann, Walter, Schiffsreeder, Stettin, Moltke-Str. 19.

Kunstmann, W., Konsul und Reeder, Stettin, Bollwerk 1.

Kunstmann, Arthur, Konsul und Reeder, Stettin, Kaiser-Wilhelm-Str. 9.

1185 Kübler, Wilhelm, Ingenieur für Elektromaschinenbau, Professor a. d. Techn. Hochschule zu Dresden, Dresden-A., Münchener Str. 25.

Küwnick, Franz A., Kapitän, Ladungs-Inspektor des Norddeutschen Lloyd, Bremen Piers, Hoboken N. 7. U. S. A.

Landsberg, Reg.-Baumeister a. D., Berlin W. 10, Viktoriastr. 17.

Lange, Chr., Ingenieur, i. Fa. Waggonleihanstalt Ludewig & Lange, Berlin W 15, Kurfürstendamm 224.

Lange, Dr. phil. Otto, Ingenieur, Stahlwerkschef des Hoerder Vereins, Hoerde i. W., Tull-Str. 4.

1190 Lange, Claus, Schiffsmaschinenbau-Ing., Bremen, Waller Chaussee 102 I.

Lange, Karl, Dipl.-Ingenieur, Bremen, An der Schlachte 20.

Langen, A., Dr., Direktor der Gasmotoren-Fabrik Deutz, Köln, Fürst-Pückler-Str. 14.

Langen, Fritz, Fabrikbesitzer, Haus Tanneck, b. Elsdorf, Rheinland.

Langheinrich, Ernst, Fabrikdirektor, Rheinhausen, Bliersheim, Kr. Mörs.

1195 Langner, Technischer Kaufmann, Berlin NW., Wilsnacker Str. 17 II.

Lans, Otto, Fregattenkapitän, Berlin W. 9, Leipziger Platz 13, R. M. A.

Lans, W., Kontre-Admiral, Inspekteur des Torpedowesens, Kiel, Niemannsweg 117.

Lanz, Karl, Fabrikant, Mannheim, Hilda-Str. 7/8.

Läsch, Otto, Prokurist, Hamburg, Steinhöft 8/11, Elbhof II.

1200 Lasche, O., Direktor der Turbinenfabrik der Allgem. Elektr.-Gesellsch., Berlin NW, Hutten-Str. 12.

Lass, F., Ingenieur, Hamburg, Sophienallee 18.

Laubmeyer, Hermann, Zivil-Ingenieur, Danzig, Winterplatz 15.

Laurick, Carl, Ingenieur, Charlottenburg, Bismarck-Str. 62.

Lehmann, Marine-Chefingenieur a. D., Kiel, Feld-Str. 54.

Leist, Chr., Direktor des Nordd. Lloyd, Bremen, Papen-Str. 5/6. 1205

Leitholf, Otto, Zivilingenieur, Berlin SW. Großbeeren-Str. 56 d.

Lender, Rudolf, Kapitän a. D. und Fabrikbesitzer, i. Fa. Dr. Graf & Comp., Berlin-Wien, Schöneberg, Haupt-Str. 26.

Lentz, Hugo, Ingenieur, Berlin-Grunewald, Hubertus-Allee 14.

Leopold, Direktor, Hoerde i. W.

Leue, Georg, Ingenieur, Grunewald bei Berlin, Königsallee 54. 1210

Leyde, Oskar, Zivilingenieur, Schöneberg, Meraner Str. 3.

Lichtensteiner, Ludwig, Ober-Ingenieur, Mannheim, Keppler-Str. 42.

Liehr, E., Ingenieur, Charlottenburg, Oranien-Str. 17.

Linde, Gustav, Regierungs-Baumeister a. D., Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW. 7, Charlotten-Str. 43.

Lipin, Alexander, Wirklicher Staatsrat und Ing., St. Petersburg, Italienische Str. 17. 1215

Lippart, G., Direktor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg, Essenwein-Str. 5.

Loeck, Otto, Kaufmann, Hamburg, Agnes-Str. 22.

v. Loewenstein zu Loewenstein, Hans, Bergassessor und Geschäftsführer des Vereins für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund, Essen (Ruhr), Friedrich-Str. 2.

Lorentz, Victor, Ingenieur, Berlin W. 62, Landgrafen-Str. 2.

Lorenz, Dr. Hans, Dipl. Ingenieur, Professor an der Techn. Hochschule in Danzig-Langfuhr, Johannisberg 7. 1220

The Losen, Paul, Direktor der Bergisch Märkischen Bank, Düsseldorf, Uhland-Str. 4.

Lotzin, Willy, Kaufmann, Danzig, Brabank 3.

Loubier, G., Patentanwalt, Berlin SW. 61, Belle-Alliance-Platz 17.

Lueg, E., Ingenieur, i. Fa. Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.

1225 **Lueg**, H., Geheimer Kommerzienrat, Düsseldorf-Grafenberg.

Lüders, W. M. Ch., Fabrikant, Hamburg P. 9, Norderelb-Str. 31.

Lütgens, Henry, Vorsitzender des Aufsichtsrates der Vereinigt. Bugsier- und Frachtschiffahrt-Ges., Hamburg, Steinhöft 3.

Lux, Friedrich, Fabrikant, Ludwigshafen a. Rh., Ludwigsplatz 9.

Lux, Fritz, Elektro-Ingenieur, Ludwigshafen, Ludwigsplatz 9.

1230 **Maaß**, Direktor d. Siemens-Schuckert-Werke, Charlottenburg, Mommsen-Str. 21.

Mankiewitz, Paul, Direktor der Deutschen Bank, Berlin W. 64, Behren-Str. 9—13.

Maihak, Hugo, Ingenieur und Fabrikant, Hamburg, Grevenweg 57.

Martens, A., Dr.-Ing., Prof., Geh. Ober-Reg.-Rat, Direktor des Königl. Materialprüfungsamtes der Techn. Hochschule zu Berlin, Gr.-Lichterfelde West, Fontane-Str. 22.

Martini, Günther, Korvettenkapitän, Wilhelmshaven, Bülow-Str. 2.

1235 **Mathies**, Regierungs- und Baurat a. D., Generaldirektor, Dortmund.

Mauder, Georg, Oberingenieur, Nürnberg, Siemens-Schuckert-Werke, Pflug-Str. 10.

May, Hermann, Hüttendirektor, Breslau, Kaiser-Wilhelm-Str. 197.

Meendsen-Bohlken, Baurat, Brake (Oldenburg).

ten Meer, G., Dr.-Ing., Direktor, Hannover-Linden, Hannoversche Maschinenbau-A.-G.

1240 **Meier**, M., Hüttendirektor, Ober-Schlesien, Bismarckhütte.

Meinders, Hermann, Diplom-Ingenieur, Bremen, Osterfeuerberg-Str. 4.

Melms, Gustav J., Ingenieur, Berlin N 4, Chaussee-Str. 23.

Mendelssohn, A., Erster Staatsanwalt, Potsdam, Neue König-Str. 65.

Merck, Johs., Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Dovenfleth 18/21.

1245 **Merkel**, Carl, Ingenieur, i. Fa. Willbrandt & Co., Hamburg, Kajen 24.

Mertens, Kurt, Zivil-Ingenieur der Hanseatischen Siemens-Schuckert-Werke, Hamburg-Uhlenhorst, Karl-Str. 7.

Merz, Ernst, F. W. B., Ingenieur, Loschwitz, Viktoriastr. 36.

Mette, C., Direktor der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck, Lachswehrallee 15a.

Meuss, Fr., Kapitän z. See z. D., Berlin W. 9, Voß-Str. 20.

Meyer, Dietrich, Reg.-Baumstr. a. D., Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Charlotten-Str. 43. 1250

Meyer, Eugen, Schloß Itter, Hopfgarten, Tirol.

Meyer, Paul, Dr. phil., Ingenieur, Direktor der Paul Meyer Akt.-Ges., Berlin N 39, Lynar-Str. 5-6.

Meyer, P., Professor a. d. Techn. Hochschule, Delft, Holland, Spoorsingel 29.

Meyer, W., Rechtsanwalt, Hannover, Langensalza-Str. 4.

Michelsen, Fregattenkapitän zur See und Präses des Torpedoversuchskommandos, Kiel. 1255

Michenfelder, C., Diplom-Ingenieur, beratender Ingenieur für Krananlagen, Berlin-Halensee, Hektor-Str. 16.

Miehe, Otto G., Kaufmann, i. Fa. J. A. Lerch Nachflg. Seippel, Hamburg, Rödingsmarkt 16.

Miersch, A., Zivilingenieur, Gotzlow bei Stettin No. 27b.

Mierzinsky, Hermann, Dipl.-Ing., Aachen, Theresien-Str. 21.

Mintz, Maxim., Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW. 46, Königgrätzer Str. 93. 1260

Mirus, Ernst, Direktor der Howaldtswerke, Kiel, Reventlou-Allee 29 II.

Mißong, J., Abteilungs-Ingenieur der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M., Frankfurt a. M., Oederweg 126 I.

Möbus, Wilh., Ingenieur, Düsseldorf, Schützen-Str. 10.

Mohr, Otto, Fabrikant, i. Fa. Mannheimer Masch.-Fabr. Mohr & Federhaff, Mannheim.

Moldenhauer, Louis, Direktor der Akt.-Ges. Gebr. Böhler & Co., Berlin NW 5, Quitzow-Str. 24. 1265

Mollier, Walther, Ingenieur und Direktor der Hanseat. Siemens-Schuckert-Werke, Hamburg, Alte Raben-Str. 34.

Morrison, C. Y., Inhaber der Firma C. Morrison, Hamburg, Steinhöft 8-11, Elbhof.

Mrazek, Franz, Ing., Direktor der Skodawerke Akt.-Ges. in Pilsen, Wien, Wiesinger Str. 1.

Mühlberg, Albert, Ingenieur, Basel (Schweiz), Rötheler Str. 2.

1270 Mueller, Ottomar, Hütteningenieur, Direktor der Hannoverschen Eisengießerei Akt.-Ges., Misburg b. Hannover.

Müller, Adolph, Direktor der Akkumulatorenfabrik Act.-Ges., Charlottenburg, Fasanen-Str. 76.

Müller, Gustav, Direktor der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, Arnold-Str. 12.

Müller, Paul H., Dipl.-Ing., Hannover, Heinrich-Str. 10.

Müller, Otto, Ingenieur, Charlottenburg, Kaiser-Friedrich-Str. 29.

1275 Münzesheimer, Martin, Direktor der Gelsenkirchener Gußstahl- und Eisenwerke vorm. Mundscheid & Co., Düsseldorf, Jägerhof-Str. 12.

Nägel, Adolph, Dr.-Ing., ord. Professor der Techn. Hochschule Dresden, Dresden-A. 7, Helmholtz-Str. 5.

Natalis, H., Direktor d. Siemens-Schuckert-Werke, Berlin SW. 46, Askanischer Platz 3.

Nebe, Friedr., Direktor der Aktien-Gesellschaft Balcke, Tellering & Co., Röhrenwalzwerk, Benrath b. Düsseldorf.

Nebelthau, August, Kaufmann, Teilhaber d. Fa. Gebrüder Kulenkampff, Bremen, Holler-Allee 25.

1280 Netter, Ludwig, Regierungs-Baumeister a. D. und Fabrikbesitzer, Berlin W 25, Potsdamer Str. 111.

Neubaur, Fr., Dr. phil., Schriftsteller, Berlin W 15, Kurfürstendamm 51.

Neufeldt, H., Ing., Kiel, Holtenauer Str. 62.

Neuhaus, Fritz, Ing. und Direktor bei A. Borsig-Tegel, Charlottenburg, Olivaerplatz 2.

Neumann, Albert, Reeder, i. Fa. Johannes Ick, Danzig, Schäferei 12-14.

1285 Niedt, Otto, Generaldirektor der Huldschinskyschen Hüttenwerke Akt.-Ges., Gleiwitz O.-Schlesien.

Niemeyer, Georg, Fabrikbesitzer, Hamburg, Steinwärder, Neuhofer-Str.

Nishi, Yoshikaten, Kapitänleutnant d. kaiserl. Japan. Marine, Berlin W. 50, Geisberg-Str. 11.

Nissen, Andreas, Ober-Ingenieur, Hamburg, Bei den Mühren 66-67.

Nobis, Korvettenkapitän, Kiel, Holtenauer Str. 82.

Noe, Maschinenbauingenieur, Aschersleben, 1290
Ascherslebener Maschinenbau-Akt.-Ges.

Noltenius, Fr. H., Direktor d. Atlas-Werke A.-G., Bremen.

Noske, Fedor, Ingenieur und Fabrikant, Altona, Arnold-Str. 28.

Notholt, A., Maschinen-Inspektor, Oldenburg i. Gr., Amalien-Str. 14.

Oberauer, L., Ingenieur und Direktor der Internat. Preßluft- und Elektrizitäts-Ges., Berlin C 54, Weinmeister-Str. 14 II, Weinmeisterhof.

Oeking, Fabrikbesitzer, i. Fa. Oeking & Co., 1295
Düsseldorf-Lierenfeld.

Ohlrogge, Richard, Direktor der Cuxhavener Hochseefischerei A.-G., Cuxhaven.

Oppenheim, Paul, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Pankow, Cavalierstr. 21.

Graf von Oppersdorff, erbl. Mitglied d. Preuß. Herrenh., Mitglied d. Deutschen Reichstags, Oberglogau, Oberschlesien.

L'Orange, P., Dip.-Ing., Mannheim, Schwieper-Str. 2.

O'Swald, Alfr., Reeder, Hamburg, Große 1300
Bleichen 22.

Overweg, O., Kaufmann, Hamburg, Admiralitäts-Str. 33/34.

Ott, Max, Diplom-Ingenieur, Hannover-Linden, Minister-Stüve-Str. 12.

Paatzsch, G., Schiffbau-Techniker, Stettin-Grabow, Post-Str. 43 III.

Pagenstecher, Gust., Kaufmann, Vorsitzender im Aufsichtsrate der Akt.-Ges. „Weser“, Bremen, Park-Str. 9.

Pake, Wilhelm, Fabrikdirektor, Wolgast, 1305
Burg-Str. 6.

Pantke, Marine-Oberstabsingenieur a. D., Pankow-Berlin, Pestalozzistr. 39.

Parje, Wilhelm, Direktor des Blechwalzwerkes Schulz Knaudt Akt.-Ges., Essen a. d. Ruhr.

Paschkes, E. W., Oberingenieur, Tegel, Haupt-Str. 28 II.

Paucksch, Felix, Fabrikdirektor, i. Fa. Akt.-Ges. H. Paucksch, Landsberg a. W., Hamburg, Lilienstr. 7, Semperhaus 3.

1310 Paucksch, Otto, Fabrikdirektor, Akt.-Ges. H. Paucksch, Landsberg a. W.

Penck, Albrecht, Geheimer Regierungsrat, Professor Dr., Direktor des Museums f. Meereskunde, Berlin NW. 7, Georgen-Str. 34/36.

Perleberg, Ernst, Ing, Stettin, Bollwerk 16.

Pester, Johannes, Generaldirektor d. Seidel & Naumann A.-G., Dresden.

Petersen, Bernhard, Zivil-Ingenieur u. Patentanwalt, Berlin S.W. 46, Hedemann-Str. 5.

1315 Petersen, W., Direktor der Charlottenhütte, Niederschelden-Sieg.

Pfenninger, Carl, Ingenieur, i. Fa. Melms & Pfenninger, München, Martius-Str. 7.

Pfleiderer, Carl, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Braunschweig.

Philipp, Otto, Ingenieur, Berlin W. 64, Unter den Linden 15.

Pielock, E., Ingenieur, Berlin W. 15, Landshuter Str. 14.

1320 Piper, C., Direktor der Neuen Dampfer-Compagnie, Stettin.

Piper, Edmund, Prokurist der Fa. Franz Haniel & Co., Ruhrort a. Rh., Damm-Str. 10.

Pischon, Walter, Diplom-Ingenieur, Hamburg, Blohm & Voß, Bergedorf b. Hamburg, Bornstr. 2.

von Plettenberg-Mehrum, Freiherr, Direktor des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Am Dobben 52.

Podeus, H., jr., Konsul, Wismar i. M.

1325 Podeus, Paul, Ingenieur, Wismar i. M., Ravelin Horn.

Poensgen, C. Rud., Vorstandsmitglied der Düsseldorfer Röhren- u. Eisenwalzwerke, Düsseldorf, Jägerhof-Str. 7.

Pohlmann, Walther, Dipl.-Ingenieur, Frankfurt a. M., Mendelssohnstr. 82.

Polis, Albert, Kapitän und Prokurist der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg-Uhlenhorst, Adolf-Str. 74.

Poock, Jos., Fregatten-Kapitän z. D., Hamburg 3a, Klosterstern 1 II.

1330 Potthoff, Hermann, Regierungsbaumeister a. D., Kassel, Akazienweg 6 I.

Prager, Curt, Ingenieur, Berlin W. 9, Potsdamer Str. 127/128.

Predöhl, Dr. jur., Max, Magnificenz, Bürgermeister, Hamburg, Harvestehuder Weg 28.

Prégardien, J. E., Ingenieur für Dampfkesselbau, Kalk bei Köln a. Rhein.

Presting, Wilhelm, Hofbuchhändler, Dessau, Neumarkt 7.

Prieger, H., Direktor der Deutschen Niles, 1335
Werkzeugmaschinenfabrik, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 199.

Pusch, Hauptmann a. D., Steglitz, Sedan-Str. 6.

Quitmann, R., Ingenieur u. Vertreter der „Phönix", Akt.-Ges. für Bergbau- und Hüttenbetrieb, Westend, Eichen-Allee 26.

Querengässer, Felix, Ingenieur, Berlin NW. 87, Elberfelder Str. 3, IV vorn.

Rabbeno, Giorgio, Ing., Capitano del Genio Navale, Genova (Italien) Castelletto 9—6.

Rágóczy, Egon, Syndikus a. D. und General- 1340
sekretär, Berlin W. 30, Motz-Str. 72 III.

Rahtjen, Heinr., Kaufmann und Fabrikant, Bremerhaven, Lloyd-Str. 18.

Rahtjen, John, Kaufmann, Hamburg, Mittelweg 19.

Rahtjen, J., Frank, Kaufmann, Hamburg, Mittelweg 19.

Ranft, P., Zivilingenieur, Leipzig, Kurze Str. 1.

Raps, Dr. Prof. Aug., Direktor von Siemens & 1345
Halske, Westend, Nonnendamm.

Raschen, Herm., Ingenieur der Chem. Fabriken Griesheim-Elektron, Griesheim a. M.

Rathenau, Emil, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Generaldirektor der Allgem. Elektr.-Ges., Berlin NW. 6, Schiffbauerdamm 22.

Rathenau, Dr. W., Direktor der Berliner Handelsgesellschaft, Berlin W. 64, Behren-Str. 32.

Rehmann, Fritz, Direktor der Reederei Stachelhaus & Buchloh, G. m. b. H., Mülheim a. d. Ruhr, Friedrich-Str. 28.

Redenz, Hans, Ingenieur, Düsseldorf-Grafen- 1350
berg.

Redlin, Gerichtsassessor a. D., Berlin SW. 11, Askanischer Platz 3.

Regenbogen, Konrad, Maschinenbau-Direktor der Fried. Krupp A.-G., Germania-Werft, Kiel.

Rehfeld, Ernst, Direktor der Deutschen Preßluft und Werkzeug-Maschinenfabrik, Ober-Schöneweide, Wattstr. 12.

Rehfus, Wilh., Dr.-Ing., Abteilungschef bei J. Frerichs & Cie. A.-G., Osterholz-Scharmbeck.

1355 Reichel, W., Professor, Dr.-Ing., Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Lankwitz bei Berlin, Beethoven-Str. 14.

Reichwald, Willy, Siegen, Giersberg-Str. 13.

Reincke, H. R. Leopold, Ingenieur, 2 Laurence Pountney Hill, London E. C.

Reinecke, F., Ingenieur, Expert des Germanischen Lloyd und des Bureaus Veritas, Gleiwitz O.-S., Wilhelm-Str. 34.

Reinhardt, Karl, Ingenieur, Direktor bei Schüchtermann & Kremer, Dortmund, Arndt-Str. 36.

1360 Reinhold, Carl, Ingenieur und Inhaber der Berliner Asbest-Werke, Berlin-Reinickendorf, Tegel, Veit-Str. 16.

Reinhold, Hermann, Fabrikbesitzer i. Fa. Westphal & Reinhold, Berlin NW., Händel-Str. 3.

Reiser, August, Bankdirektor (Filiale der Dresdner Bank in Mannheim), Mannheim, Friedrichsring 36.

Rellstab, Dr. Ludwig, Direktor der A.-G. Mix & Genest, Südende bei Berlin, Bahn-Str. 8 a.

Reusch, Paul, Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte, Oberhausen, Rheinland.

1365 Reuter, Wolfgang, Generaldirektor der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G. Duisburg, Wetter a. Ruhr.

Richter, Hans, Kaufmann, Westend, Ulmen-Allee 30.

Richter, Carl August, Korvettenkapitän a. D., Essen (Ruhr), Friedr. Krupp A.-G.

Richter, Alfred, Obering., Berlin NW. 23, Brücken-Allee 19 I.

Rickert, Dr. F., Verleger der „Danziger Zeitung", Danzig.

1370 Riemer, Julius, Direktor der Firma Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.

von Rieppel, A., Dr.-Ing., Königl. Baurat und Fabrikdirektor, Nürnberg 24.

v. Ripper, Julius, k. u. k. Vize-Admiral, Pola.

Rischowski, Alb., Vertreter der Firma Caesar Wollheim, Breslau, Wall-Str. 23.

Ritter, Th., i. Fa. Woermann-Linie, Hamburg, Sierich-Str. 133.

Ritzhaupt, Fr., Direktor, Niederschöneweide b. Berlin, Brücken-Str. 31. 1375

Roch, Eugen, Schiffb.-Ing., Berlin NW. 52, Kirch-Str. 22.

Röchling, L., Fabrikbesitzer, Völklingen a. d. Saar.

Rogge, A., Marine-Oberstabs-Ingenieur a. D., Charlottenburg, Knesebeck-Str. 16.

Rogge, Kapitän zur See und Abteilungschef im R.-M.-A., Berlin W. 15, Fasanen-Str. 48.

v. Rolf, W., Freiherr, Direktor der Dampfschifff.-Ges. f. d. Nieder- u. Mittel-Rhein, Düsseldorf, Tell-Str. 8. 1380

Rolle, M., Architekt, Berlin W. 35, Steglitzer Str. 12.

Rollmann, Vize-Admiral, Excellenz, Berlin W. 9, Reichs-Marine-Amt.

Rompano, C., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Margaretenstr. 76 I.

Roser, E., Direktor, Dr.-Ing., Mülheim-Ruhr, Mellinghaferstr. 90.

Ruge, Leo, Prokurist d. deutschen Preßluft-Werkzeug- u. Maschinen-Fabrik, Berlin NW. 6, Schiffbauerdamm 27. 1385

Rump, Wilh., Kaufm. Hamburg, Breite Str. 34.

Ruperti, Oscar, Kaufmann, in Firma H. J. Merck & Co., Hamburg, Dovenhof 6.

Sachse, Walter, Kapitän und Oberinspektor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Ferdinand-Str. 62.

Sachsenberg, P., Kaufmann und Fabrikbesitzer, Roßlau a. E.

Saefkow, Otto, Kaufmann, Hamburg, Rothenbaum-Chaussee 34. 1390

Saeftel, Hüttendirektor, Dillingen-Saar.

Salomon, B. Professor, Frankfurt a. M., Westend-Str. 25.

Salzmann, Heinrich, Architekt, Düsseldorf, Graf-Adolf-Str. 19.

Sanders, Ludwig, Kaufmann, Hamburg, Rathausmarkt 2 I.

Sarnow, Albert, Ingenieur, Stettin, Garten-Str. 12. 1395

Sartori, A., Konsul und Reeder, in Fa. Sartori & Berger, Kiel.

Sartori, P., Konsul und Reeder, in Fa. Sartori & Berger, Kiel.

Sattler, Bruno, Technischer Direktor i. Fa. Kattowitzer Aktien-Gesellschaft für Bergbau u. Eisenhüttenbetrieb, Kattowitz O.-S., Friedrich-Str. 35.

Schaarschmidt, Oscar, Direktor d. Deutschen Öl-Import G. m. b. H., Hamburg.

1400 Schaffran, Karl, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, Danzig-Langfuhr, Haupt-Str. 97.

Schapper, Teod., Oberst a. D., Steglitz, Schloß-Str. 42a.

Schaps, Georg, Dr. jur., Ober-Landrichter, Hamburg, Mittelweg 55.

Scharbau, Fr., Hüttendirektor, Herrenwyk b. Lübeck, Hochofenwerk.

Scharrer, G., Kaufm., Duisburg, Unter-Str. 84.

1405 Schärffe, Franz, Ingenieur, Lübeck, Engelswisch 42/48.

Schauenburg, M., Ingenieur, Berlin W. 15, Lietzenburger Str. 3.

Schauseil, M., Direktor der Seeberufs-Genossenschaft, Hamburg 11, Beim alten Waisenhaus 1.

Scheehl, Georg, Oberingenieur, Hamburg, Armgart-Str. 20.

Schellhaß, Ernst, Kaufmann, Berlin W., Schöneberger Ufer 21.

1410 Schenck, Max, Direktor von Schenck und Liebe-Harkort, G. m. b. H., Düsseldorf-Obercassel, Roon-Str. 5a.

v. Schichau, Rittergutsbesitzer, Pohren b. Ludwigsort, Ostpr.

Schiess, Ernst, Dr.-Ing., Geheimer Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Düsseldorf.

Schilling, Professor Dr., Direktor der Seefahrtsschule, Bremen.

Schilling, Direktor, Dortmund, Sunderweg 121.

1415 Schimmelbusch, Julius, Oberingenieur, Darmstadt, Martin-Str. 97 I.

Schinckel, Max, Vorsitzender d. Aufsichtsrats der Reiherstieg-Schiffswerfte u. Maschinenfabrik, Hamburg, Adolphsbrücke 10.

Schirnick, Marine-Oberstabsingenieur a. D., Zoppot, Süd-Str. 15a I.

Schlachter, Wilhelm, Ober-Ingenieur, Hamburg-Uhlenhorst, Barmbecker Str. 4—8.

Schleifenbaum, Fr., Direktor der Felten & Guilleaume Carlswerke, Akt.-Ges., Mülheim (Rhein), Regenten-Str. 69.

v. Schlichting, Ober-Postdirektor, Bremen, Domsheide 15. 1420

Schlieper, Kontre-Admiral z. D., Westend bei Berlin, Akazien-Allee 14.

Schmidt, Vize-Admiral, Exzellenz, Kiel.

Schmidt, Ehrhardt, Kapitän zur See, Wilhelmshaven.

Schmidt, Emil, Ingenieur, Hamburg-Uhlenhorst, Herder-Str. 64.

Schmidt, Ferdinand, i. Fa. Henry Schmidt, Dispacheur und Havarie-Kommissar, Hamburg, Ferdinand-Str. 55/57. 1425

Schmidt, Karl, Oberingenieur der A. E. G., Charlottenburg, Uhland-Str. 194.

Schmidt, Max, Ingenieur, Direktor der Maschb.-Akt.-Ges. vorm. Starke & Hoffmann, Hirschberg i. Schles.

Schmidt, Oskar, Direktor, Köln a. Rh., Thurnmarkt 26.

Schmidt, Wilh., Dr.-Ing., Zivilingenieur, Wilhelmshöhe b. Kassel.

Schmidtlein, C., Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW. 46, Königgrätzer Str. 87. 1430

Schmitt, A., Fabrikdirektor, Laurahütte O.-S.

Schnoeckel, Gustav, Zivilingenieur, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 46.

Schröder, Carl, Oberingenieur und Prokurist, Gleiwitz, O.-S., Wilhelm-Str. 30.

Schröder, Emil, Ingenieur, Lehe bei Hannover, Hafen-Str. 226.

Schrödter, E., Dr.-Ing., Ingenieur, Düsseldorf, Breite Str. 27. 1435

Schroedter, C., Herausgeber und Chefredakteur der Hansa, Hamburg, Steinhöft 1.

Schuchardt, B., Kommerzienrat u. Königl. Norweg. Generalkonsul, Inhaber der Fa. Schuchardt & Schütte, Berlin C. 2, Spandauer Str. 59/61.

v. Schuh, Georg, Dr., Oberbürgermeister, Kgl. Geheimer Hofrat, Nürnberg, Egydienplatz 25.

Schuler, W., Dr., Oberingenieur, Wilmersdorf, Paulsborner Str. 3.

Schult, Hans, Ingenieur, i. Fa. W. A. F. Wiechhorst & Sohn, Hamburg 23, Wandsbecker Chaussee 38. 1440

Schultze, Aug., Geh. Kommerzienrat, Direktor der Oldenburg-Portug. Dampfschiffs-Reederei, Oldenburg i. Gr.

Schultze, Moritz, Direktor, Magdeburg, Kaiser-Str. 28.

Schulz, Gustav Leo, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 59.

Schulze-Vellinghausen, Ew., Fabrikbesitzer, Düsseldorf, Stern-Str. 18.

1445 Schümann, Egon, Regierungsrat, Südende, Brandenburgische Str. 15a.

Schütte, H., Kaufmann, i. Fa. Alfr. H. Schütte, Köln, Zeughaus 16.

Schwanhäusser, Wm., Dir. der Hydraulic Works Henry R. Worthington, Brooklyn-New York.

Schwarz, Ed., Direktor, Berlin S., Urbanstr. 9.

Schwarz, Karl, Obering. d. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Nürnberg-Werderau, Reichel-Str. 39.

1450 v. Schwarze, Fritz, Betriebs-Chef, Oberschl. Eisenbahn-Bedarfs Akt.-Ges. Abt. Huldschinskywerke, Gleiwitz, Stefanie-Str. 20.

Schwebsch, A., Dipl.-Ing., Hamburg 11, Schaarsteinweg 11, I.

Schwellenbach, Bibliothekar im Reichs-Postamt, Berlin W. 66.

Seeger, J., Kaufmann und Prokurist, Danzig, Schichau-Werft.

Seiffert, Franz, Ingenieur, Direktor der Akt.-Ges. Franz Seiffert & Co., Berlin-Eberswalde, Berlin SO. 33, Köpenicker Str. 154a.

1455 Selve, Walter, Fabrikant und Rittergutsbesitzer, Altena i. W.

Senff, E., Fabrikbesitzer, Düsseldorf-Grafenberg, Bruch-Str. 55.

Senfft, Carl, Direktor, Düsseldorf, Graf-Adolf-Str. 95.

Sening, Aug., Fabrikant, i. Fa. F. A. Sening, Hamburg, Vorsetzen 25/27.

Seydel, Leopold, Ingenieur und Prokurist der Maschinenfabrik Brodnitz & Seydel Berlin NW. 52, Wilsnacker Str. 31.

1460 Sibbers, A., Schiffs-Inspektor der Hamburg-Südamerikan. Dampfsch.-Ges., Hamburg, Alardus-Str. 8 I.

Siebel, Walter, Ingenieur, i. Fa. Bauartikel-Fabrik A. Siebel, Düsseldorf-Rath.

Siebel, Werner, Fabrikbesitzer, i. Fa. Bauartikel-Fabrik A. Siebel, Düsseldorf-Rath.

Siebert, F., Kommerzienrat, Direktor der Firma F. Schichau, Elbing.

Siebert, G., Prokurist der Firma F. Schichau, Elbing, Altstädt. Wall-Str. 10.

Siedentopf, Otto, Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW. 68, Belle-Allianceplatz 6. 1465

Sieg, Waldemar, Kaufmann u. Reeder, Danzig, Brodbänkengasse 14.

Siegmund, Walter, Direktor der „Turbinia", Deutsche Parsons Marine-Aktien-Gesellschaft, Berlin, Leipziger Str. 123a.

v. Siemens, Carl F., Ingenieur, Berlin SW. 11, Askanischer Platz 3.

Simmersbach, Oskar, Professor, Breslau, Park-Str. 21.

Simony, Theophil, Ingenieur, Gleiwitz O.-S., Keith-Str. 12. 1470

von Simson, Herm. Ed., Kapitänleutnant a. D., Geschäftsführer der Luftfahrzeug-G. m. b. H., Berlin W. 62, Kleist-Str. 8.

Slaby, Ad., Professor Dr., Geheimer Reg.-Rat, Charlottenburg, Sophien-Str. 33.

Sommerwerk, Kontre-Admiral z. D., Steglitz, Fichte-Str. 12b.

Sorge, Kurt, Mitglied des Direktoriums der Firma Fried. Krupp, Vorsitzender Direktor des Fried. Krupp Grusonwerk, Magdeburg, Buckau, Freiestr. 23/26.

Sorge, Otto, Maschinen-Ingenieur, Geschäftsführer der Gesellschaft für moderne Groß-Kondensationsanlagen, Grunewald b. Berlin, Gill-Str. 5. 1475

Spannhake, Wilhelm, Diplomingenieur, Stettin, Gustav-Adolf-Str. 64.

Sprenger, William, Kapitän und Reeder, Stettin Post-Str. 28.

Springer, Fritz, Verlagsbuchhändler, Berlin, W. 9, Link-Str. 23/24.

Springer, Julius, Verlagsbuchhändler, Berlin NW. 23, Flotowstr. 3.

Springmann, Rudolf, Teilhaber der Firma Funcke & Elbers, Hagen i. W. 1480

Springorum, Fr., Kommerzienrat und Generaldirektor der Eisen- und Stahlwerke Hoesch, A.-G., Dortmund, Eberhardt-Str. 20.

Stachelhaus, Herm., Reeder u. Fabrikant, i. Fa. Stachelhaus & Buchloh, Mannheim.

Stahl, Paul, Direktor der Stettiner Maschinenbau-Act.-Ges. Vulcan, Hamburg 20, Heilwigstr. 122.

Stauß, E. G., Direktor d. Deutschen Petroleum-A.-G., Berlin W. 8, Behrenstr. 8.

1485 Steffen, John, Maschinen-Inspektor, Hamburg, Eichen-Str. 21.

Stein, C., Ingenieur, Direktor der Gasmotorenfabrik „Deutz", Charlottenburg, Kaiserdamm 8.

Steinbiss, Karl, Präsident der Königl. Eisenbahndirektion Kattowitz, Kattowitz O.-S., Wilhelmsplatz 10.

Steinmeyer, Carl, Marine-Stabs-Ingenieur a. D., Wilmersdorf, Berliner Str. 8.

Stelljes, Erich, Maschinenbau-Ingenieur, Bremen, Doventorsteinweg 52 pt.

1490 Stender, W, Ingenieur, Moskau, Sretenka, Lukow Pereulok 4 Qu. 13.

Sternberg, Oscar, Königl. Schwed. Vice-Konsul, Direktor der Oberrhein. Versicherungs-Gesellschaft, Mannheim L 7. 6a.

Stiller, Hermann, Direktor der Berliner Werkzeug-Maschinenfabrik A.-G. vorm. L. Sentker, N. 65, Müller-Str. 35.

Stinnes, Leo, Reeder, Mannheim D 7. 12.

Stöckmann, E., Technischer Direktor, Annen i. Westf.

1495 Stoeßel, Paul, Fabrikbesitzer, Düsseldorf, Pumpelforterstr. 24.

Strasser, Geh. Regierungsrat, Berlin W. 15, Fasanen-Str. 4.

Strohmeyer, Kapitän z. S., Direktor der Kais. Torpedowerkstatt, Friedrichsort bei Kiel.

Strube, Dr. A., Bankdirektor, Deutsche Nationalbank, Bremen.

Struck, H., Prokurist der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.

1500 Stubmann, Dr. P., Hamburg, Alterwall 12 III.

Stumpf, Johannes, Professor, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 33.

Sugg, Direktor der Vereinigten Königs- und Laurahütte A.-G., Königshütte O.-Schl., Girndt-Str. 13.

Suppán, C. V., Schiffsoberinspektor, Wien III, Donau-Dampfschiffs-Direktion.

Surenbrock, W., Direktor, Hamburg, Kl. Grasbrook, Reiherstieg Schiffswerfte.

Sylvester, Emilio, Betriebsdirektor, Fried. Krupp, A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen-Friemersheim. 1505

Taggenbrock, J., Direktor, Avenue Cagels, 55, Antwerpen.

Tecklenborg, Ed., Kaufmann, Direktor der Schiffswerft von Joh. C. Tecklenborg Akt.-Ges., Bremen, Park-Str. 41.

Tenge, Regierungsrat, Vortragender Rat im Großh. Old. Staatsministerium, Oldenburg Gr., Grüne Str. 10.

Tetens, F., Dr. jur, Direktor der Aktien-Gesellschaft „Weser", Bremen.

Thielbörger, Gustav, Ingenieur, Bad Oeynhausen i. W., Villa Elvira. 1510

Thiele, Ad., Kontre-Admiral z. D., Reichs-Kommissar bei dem Seeamte Bremerhaven, Bremen, Lothringer Str. 21.

Thiele, J., Marine-Oberstabsingenieur, Hannover-Waldheim, Otto-Str. 21 I.

Thomas, Paul, Direktor der Preß- u. Walzwerk-A.-G. Düsseldorf-Reisholz, Düsseldorf, Ahnfeld-Str. 6.

Thorbecke, Fregattenkapitän, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 46.

Thulin, C. G., Italienischer Generalkonsul und Reeder, Stockholm (Schweden), Skeppsbron 34. 1515

Thulin, P. G., Vize-Konsul, Stockholm, Skeppsbron 34.

Thyen, Heinr. O., Konsul, i. Fa. G. H. Thyen, Brake.

v. Tirpitz, Alfr., Großadmiral, Exzellenz, Staatsminister und Staatssekretär des Reichs-Marine-Amtes, Berlin W. 9, Leipziger Platz 13.

Tolksdorf, B., Patentanwalt, Berlin W. 9, Potsdamer Str. 127/128.

Tonne, Carl Gust., Kommerzienrat, Magdeburg, Villa auf dem Werder. 1520

Tosi, Franco, Maschinenfabrikant, Legnano, Italien.

Trappen, Walter, Generaldirektor, Honnef a. Rhein.

Trauboth, Walter, Oberingenieur, Friedenau, Bachestr. 13.

Trenkler, Albert, Marine-Oberingenieur, Kiel, Adolfstr. 51.

Trommsdorff, Bibliothekar, Danzig, Technische Hochschule. 1525

Uhlig, Carl Hugo, Direktor der Maschinenfabrik C. G. Haubold jr., G. m. b. H., Chemnitz.

Ulmer, Conrad, Direktor, Berlin, Dorotheenstraße 4.

v. Usedom, Vize-Admiral, Exzellenz, Admiral à la Suite S. Majestät des Kaisers und Königs, Kiel.

Usener, Hans, Dr. phil., Fabrikant, Kiel, Holtenauer Str. 62.

1530 Vahland, Otto, Direktor, Bremen, Schlachte 21.

Vielhaben, Dr. jur., Rechtsanwalt, Hamburg, Rathaus-Str., Bülowhaus.

van Vloten, Hütten-Direktor, Hörde i. W.

Voerste, Otto, Oberingenieur, Kiel, Schiller-Str. 16.

Vogel, Hans, Ingenieur, Bremen, Nordstr. 37.

1535 Vogel, Werner, Dr. jur., Kaufmann, Deutsche Petroleum-Akt.-Ges. Berlin W. 8, Behren-Str. 8 II.

Vögler, Albert, Hüttendirektor, Dortmund, Union.

Voit, Wilhelm, Zivil-Ingenieur, Berlin-Steglitz, Grunewald-Str. 10.

Volckens, Wm., Kommerzienrat, Hamburg, Admiralitäts-Str. 52/53.

Vollbrandt, Adolf, Kaufmann, Hamburg 17, Heimhuder Str. 64.

1540 Vorwerk, Ad., Vorsitzender der D. D. Ges. Kosmos, Hamburg, Paul-Str. 29.

Wache, Karl, Direktor der Görlitzer Maschinenbau-A.-G., Görlitz, Lindenweg 2.

Wagener, A., Professor f. Maschinenbau a. d. Techn. Hochschule zu Danzig, Langfuhr-Danzig, Jäschkentaler Weg 37.

Wagenführ, H., Ober-Ingenieur der Allgem. Elektrizitäts-Gesellsch., Bremen, Wall 108.

Waldschmidt, Walther, Dr. phil., Direktor der Ludw. Loewe & Co., Aktien-Gesellschaft, Berlin NW. 87, Hutten-Str. 17.

1545 Walloch, F., Ing., Direktor d. C. Lorenz-A.-G., Berlin W. 30, Münchener Str. 12.

Wallwitz, Franz, Direktor der Stettiner Maschinenbau-A.-G. „Vulkan“, Stettin, Karkutsch-Str. 1.

Wandel, F., Ingenieur, Elbing, Stadthof-Str. 2.

Wanner, Theodor G., Fabrikant, Kgl. belg. und Kgl. schwed. Konsul, Stuttgart, König-Str. 15.

Warnholtz, Max, Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm 25.

Wätjen, Georg W., Konsul und Reeder, 1550
Bremen, Papen-Str. 24.

Watson, Dr, Hugh. Captain Royal Navy, Berlin, Britische Botschaft, W. 8, Wilhelm-Str. 70.

Weber, Ed., Kaufmann, Hamburg, Große Reichen-Str. 27, Afrikahaus.

Weber, Fritz, Ingenieur, Stettin, Grabower Str. 6 II.

Weber, Horst, Hofrat, Verlagsbuchhändler, Leipzig, Illustrierte Zeitung.

Weber, Richard, Fabrikant, Berlin O. 34, 1555
Königsberger Str. 16.

Weber, Paul, Direktor, Wetter a. d. Ruhr.

Wegener, Hauptmann a. D., Direktor des Preß- und Walzwerkes Düsseldorf-Reisholz, Düsseldorf, Rochus-Str. 23.

Weickmann, Albert, Patentanwalt und Ingenieur, München, Ismaninger-Str. 122.

Weinlig, O. Fr., Generaldirektor, Villich b. Bonn a. Rhein.

Weisdorff, E., Generaldirektor der Bur- 1560
bacherhütte, Burbach a. Saar.

Weitzmann, J., Direktor der deutschen Vacuum Oil Comp., Hamburg I. Markthof.

Welin, Axel, Ingenieur, Hopetoun House, Lloyds Avenue, London E. C.

Welzel, Alfred, Ing. u. Betriebschef d. Fa. Henschel & Sohn, Hattingen-Ruhr, Abt. Henrichshütte, Bismarck-Str. 61.

Wember, Gustav, Direktor d. Mansfeld'schen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft Eisleben, Landwehr 1.

Wendemuth, Baurat u. Mitglied der Wasser- 1565
bau-Direktion, Hamburg 14, Dalmann-Str.

Wendler, H., Maschinenbau-Dipl.-Ingenieur, Hamburg, Eilbeckerweg 183 II.

Werner, Theodor, Ingenieur, Kiel, Germaniawerft, Göthe-Str. 2.

Werner, Dr.-Ing., Fabrikdirektor, Elberfeld, Eisenwerk Jaeger.

Wessels, Joh., Fr., Senator, Bremen, Langen-Str. 86 I.

Wichmann, Alfred O., Kaufmann, Hamburg, 1570
Gr. Bleichen 32.

Wichmann, Otto, Besitzer der Alster-Dampfboote, Hamburg, Neuer Wall 2. I.

Wiecke, A., Direktor des Oberbilker Stahlwerkes, Düsseldorf-Oberbilk, Stern-Str. 67.

Wieland, Philipp, Kommerzienrat, Ulm a. D., Postfach 48.

Wiengreen, Heinr., Maschinen-Inspektor, Hamburg, Eimsbütteler Marktplatz 20.

1575 Wiethaus, C. A., Hüttendirektor, Hamm, Westf., Moltke-Str. 4.

Wiethaus, O., Geheimer Kommerzienrat u. Generaldirektor, Bonn a. Rh.

Wilhelmi, J., Ingenieur, Hamburg, Mattenwiete 2.

Wilms, R., Oberingenieur u. Expert d. Bureau Veritas, Essen-Ruhr, Selma-Str. 6.

Wiltz, Aug., Techn. Direktor d. Fa. Henschel & Sohn, Hattingen-Ruhr, Abt. Henrichshütte.

1580 Windscheid, G., Kaufmann und k. und k. Österr.-Ung. Vize-Konsul, Nicolaieff.

Winkel, Ferdinand, Architekt, Breslau, Tauentzienplatz 3a.

Winkler, Exzellenz, Viceadmiral z. D., Berlin W. 15, Kaiserallee 210 II.

Winter, Günther, Oberingenieur, Nürnberg, Siemens-Schuckertwerke, Lindenau-Str. 39.

Wirtz, Adolf, Hüttendirektor der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G., Mülheim (Ruhr), Aktien-Str.

1585 Wischow, Emil Wilhelm, Ingenieur und Direktor, Lübeck, Hansastr. 13.

Wiß, Ernst, Ingenieur, Griesheim a. M.

Wittmer, Kapitän zur See a. D., Berlin NW. 7, Georgen-Str. 34/36.

Wolf, Georg, Ingenieur, Direktor der C. Lorenz A.-G., Schöneberg, Grunewaldstr. 27.

Wolf, Marine-Stabsingenieur, Steglitz, Mommsenstr. 55 I.

Wolf, M., Fabrikbesitzer i. Fa. R. Wolf, Ma- 1590
schinenfabrik Magdeburg-Buckau.

Wolfenstetter, Maschinenbau-Ingenieur, Nürnberg, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G.

Wolff, Ferdinand, Fabrikdirektor, Mannheim, Bismarckplatz 5.

Wolff, J., Fabrikdirektor, Frankfurt a. M., Waidmann-Str. 20.

Wolff, Richard, Oberleutnant zur See der Reserve des Seeoffizierkorps, Charlottenburg, Bismarck-Str. 91.

Wurm, A., Dr., Hüttendirektor, Osnabrück, 1595
Stahlwerk.

Wurmbach, Korvettenkapitän, Berlin W 30, Barbarossa-Str. 46.

Zabel, Paul, Kaufm. Direktor d. Fa. Heinrich Lanz, Mannheim, Sofien-Str. 20.

Zanders, Hans, Fabrikbesitzer, Bergisch-Gladbach, Rheinprovinz.

Zapf, Georg, Vorstand der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G. Carlswerk, Mülheim am Rhein, Bahn-Str. 48.

Zapp, Adolf, Ingenieur, i. Fa. Robert Zapp, 1600
Düsseldorf, Harold-Str. 10 a.

Zimmer, A., Schiffsmakler und Reeder, i. Fa. Knöhr & Burchard Nfl., Hamburg, Neptunhaus.

Zimmermann, Oberingenieur, Gr.-Lichterfelde West, Karl-Str. 36.

Zopke, Hans, Professor, Regierungs-Baumeister a. D., Direktor des Hamburger Staatl. Technikums, Hamburg, Andreas-Str. 17.

Zörner, Bergrat und Generaldirektor, Kalk bei Köln a. Rhein.

Abgeschlossen am 31. Dezember 1911.

Die Gesellschaftsmitglieder werden im eigenen Interesse ersucht, jede Adressenänderung sofort auf besonderer Karte der Geschäftsstelle anzuzeigen.

II. Satzung.

I. Sitz der Gesellschaft.

§ 1.

Sitz.

Die am 23. Mai 1899 gegründete Schiffbautechnische Gesellschaft hat ihren Sitz in Berlin und ist dort beim Königlichen Amtsgericht I als Verein eingetragen.

II. Zweck der Gesellschaft.

§ 2.

Zweck.

Zweck der Gesellschaft ist der Zusammenschluß von Schiffbauern, Schiffsmaschinenbauern, Reedern, Offizieren der Kriegs- und Handelsmarine und anderen mit dem Seewesen in Beziehung stehenden Kreisen behufs Erörterung wissenschaftlicher und praktischer Fragen zur Förderung der Schiffbautechnik.

§ 3.

Mittel zur Erreichung dieses Zweckes.

Mittel zur Erreichung dieses Zweckes sind:

1. Versammlungen, in denen Vorträge gehalten und besprochen werden.
2. Drucklegung und Übersendung dieser Vorträge an die Gesellschaftsmitglieder.
3. Stellung von Preisaufgaben und Anregung von Versuchen zur Entscheidung wichtiger schiffbautechnischer Fragen.

III. Zusammensetzung der Gesellschaft.

§ 4.

Gesellschaftsmitglieder.

Die Gesellschaftsmitglieder sind entweder:

1. Fachmitglieder,
2. Mitglieder, oder
3. Ehrenmitglieder.

§ 5.

Fachmitglieder.

Fachmitglieder können nur Herren in selbständigen Lebensstellungen werden, welche das 28. Lebensjahr überschritten haben, einschließlich ihrer Ausbildung, bezw. ihres Studiums, 8 Jahre im Schiffbau oder Schiffsmaschinenbau tätig gewesen sind, und von denen eine Förderung der Gesellschaftszwecke zu erwarten ist.

§ 6.

Mitglieder können alle Herren in selbständigen Lebensstellungen werden, welche vermöge ihres Berufes, ihrer Beschäftigung, oder ihrer wissenschaftlichen oder praktischen Befähigung imstande sind, sich mit Fachleuten an Besprechungen über den Bau, die Einrichtung und Ausrüstung, sowie die Eigenschaften von Schiffen zu beteiligen. **Mitglieder.**

§ 7.

Zu Ehrenmitgliedern können vom Vorstande nur solche Herren erwählt werden, welche sich um die Zwecke der Gesellschaft hervorragend verdient gemacht haben. **Ehrenmitglieder.**

IV. Vorstand.

§ 8.

Der Verwaltungs-Vorstand der Gesellschaft setzt sich zusammen aus: **Vorstand.**

1. dem Ehrenvorsitzenden,
2. dem Vorsitzenden,
3. dem stellvertretenden Vorsitzenden,
4. mindestens vier Beisitzern.

Den geschäftsführenden Vorstand im Sinne des § 26 des Bürgerlichen Gesetzbuches bilden:

1. der Vorsitzende,
2. der stellvertretende Vorsitzende,
3. mindestens vier Beisitzer.

§ 9.

An der Spitze der Gesellschaft steht der Ehrenvorsitzende, welcher in den Hauptversammlungen den Vorsitz führt und bei besonderen Anlässen die Gesellschaft vertritt. Demselben wird das auf Lebenszeit zu führende Ehrenamt von den in § 8, Absatz 1 unter 2—4 genannten Vorstandsmitgliedern angetragen. **Ehren-Vorsitzender.**

§ 10.

Die beiden geschäftsführenden Vorsitzenden und die fachmännischen Beisitzer werden von den Fachmitgliedern aus ihrer Mitte gewählt, während die anderen Beisitzer von sämtlichen Gesellschaftsmitgliedern aus den Mitgliedern gewählt werden. **Vorstandsmitglieder.**

Werden mehr als vier Beisitzer gewählt, so muß der fünfte Beisitzer ein Fachmitglied, der sechste ein Mitglied sein usf.

§ 11.

Die Mitglieder des geschäftsführenden Vorstandes werden auf die Dauer von drei Jahren gewählt. Im ersten Jahre eines Trienniums scheiden der Vorsitzende und die Hälfte der nicht fachmännischen Beisitzer aus; im zweiten Jahre der stellvertretende Vorsitzende und die Hälfte der fachmännischen Beisitzer; im dritten Jahre die übrigen Beisitzer. Eine Wiederwahl ist zulässig. **Ergänzungswahlen des Vorstandes.**

§ 12.

Scheidet ein Mitglied des geschäftsführenden Vorstandes während seiner Amtsdauer aus, so muß der geschäftsführende Vorstand einen Ersatzmann wählen, welcher verpflichtet ist, das Amt anzunehmen und bis zur nächsten Hauptversammlung zu führen. Für den Rest der Amtsdauer des ausgeschiedenen Vorstandsmitgliedes wählt die Hauptversammlung ein neues Vorstandsmitglied. **Ersatzwahl des Vorstandes.**

§ 13.

Geschäftsleitung.

Der geschäftsführende Vorstand leitet die Geschäfte und verwaltet das Vermögen der Gesellschaft. Er stellt einen Geschäftsführer an, dessen Besoldung er festsetzt.

Der geschäftsführende Vorstand ist nicht beschlußfähig, wenn nicht mindestens vier seiner Mitglieder zugegen sind. Die Beschlüsse werden mit einfacher Majorität gefaßt, bei Stimmengleichheit gibt die Stimme des Vorsitzenden den Ausschlag.

Der Geschäftsführer der Gesellschaft muß zu allen Vorstandssitzungen zugezogen werden, in denen er aber nur beratende Stimme hat.

Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.

V. Aufnahmebedingungen und Beiträge.

§ 14.

Aufnahme der Fachmitglieder.

Das Gesuch um Aufnahme als Fachmitglied ist an den geschäftsführenden Vorstand zu richten und hat den Nachweis zu enthalten, daß die Voraussetzungen des § 5 erfüllt sind. Dieser Nachweis ist von einem fachmännischen Vorstandsmitgliede und drei Fachmitgliedern durch Namensunterschrift zu bestätigen, worauf die Aufnahme erfolgt.

§ 15.

Aufnahme der Mitglieder.

Das Gesuch um Aufnahme als Mitglied ist an den geschäftsführenden Vorstand zu richten, dem das Recht zusteht, den Nachweis zu verlangen, daß die Voraussetzungen des § 6 erfüllt sind. Falls ein solcher Nachweis gefordert wird, ist er von einem Mitgliede des geschäftsführenden Vorstandes und drei Gesellschaftsmitgliedern durch Namensunterschrift zu bestätigen, worauf die Aufnahme erfolgt.

§ 16.

Eintrittsgeld.

Jedes eintretende Gesellschaftsmitglied zahlt ein Eintrittsgeld von 20 M.

§ 17.

Jahresbeitrag.

Jedes Gesellschaftsmitglied zahlt einen jährlichen Beitrag von 20 M., welcher im Januar eines jeden Jahres fällig ist. Sollten Gesellschaftsmitglieder den Jahresbeitrag bis zum 1. Februar nicht entrichtet haben, so wird derselbe durch Postauftrag oder durch Postnachnahme eingezogen.

§ 18.

Lebenslänglicher Beitrag.

Gesellschaftsmitglieder können durch einmalige Zahlung von 400 M. lebenslängliche Mitglieder werden und sind dann von der Zahlung der Jahresbeiträge befreit.

§ 19.

Befreiung von Beiträgen.

Ehrenmitglieder sind von der Zahlung der Jahresbeiträge befreit.

§ 20.

Austritt.

Gesellschaftsmitglieder, welche auszutreten wünschen, haben dies vor Ende des Geschäftsjahres bis zum 1. Dezember dem Vorstande schriftlich anzuzeigen. Mit ihrem Austritte erlischt ihr Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft.

§ 21.

Ausschluß.

Erforderlichen Falles können Gesellschaftsmitglieder auf einstimmig gefaßten Beschluß des Vorstandes ausgeschlossen werden. Gegen einen derartigen Beschluß gibt es keine Berufung. Mit dem Ausschlusse erlischt jeder Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft.

VI. Versammlungen.

§ 22.

Die Versammlungen der Gesellschaft zerfallen in: Versammlungen.

1. die Hauptversammlung,
2. außerordentliche Versammlungen.

§ 23.

Jährlich soll, möglichst im November, in Berlin die Hauptversammlung abgehalten werden, in welcher zunächst geschäftliche Angelegenheiten erledigt werden, worauf die Vorträge und ihre Besprechung folgen. Haupt-versammlung.

Der geschäftliche Teil umfaßt:

1. Vorlage des Jahresberichtes von seiten des Vorstandes.
2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des geschäftsführenden Vorstandes von der Geschäftsführung des vergangenen Jahres.
3. Bekanntgabe der Namen der neuen Gesellschaftsmitglieder.
4. Ergänzungswahlen des Vorstandes und Wahl von zwei Rechnungsprüfern für das nächste Jahr.
5. Beschlußfassung über vorgeschlagene Abänderungen der Satzung.
6. Sonstige Anträge des Vorstandes oder der Gesellschaftsmitglieder.

§ 24.

Der geschäftsführende Vorstand kann außerordentliche Versammlungen anberaumen, welche auch außerhalb Berlins abgehalten werden dürfen. Er muß eine solche innerhalb vier Wochen stattfinden lassen, wenn ihm ein dahin gehender, von mindestens dreißig Gesellschaftsmitgliedern unterschriebener Antrag mit Angabe des Beratungsgegenstandes eingereicht wird. Außerordentliche Versammlungen.

§ 25.

Alle Versammlungen müssen durch den Geschäftsführer mindestens 14 Tage vorher den Gesellschaftsmitgliedern durch Zusendung der Tagesordnung bekanntgegeben werden. Berufung der Versammlungen.

§ 26.

Jedes Gesellschaftsmitglied hat das Recht, Anträge zur Beratung in den Versammlungen zu stellen. Die Anträge müssen dem Geschäftsführer 8 Tage vor der Versammlung mit Begründung schriftlich eingereicht werden. Anträge für Versammlungen.

§ 27.

In den Versammlungen werden die Beschlüsse, soweit sie nicht Änderungen der Satzung betreffen, mit einfacher Stimmenmehrheit der anwesenden Gesellschaftsmitglieder gefaßt. Beschlüsse der Versammlungen.

§ 28.

Vorschläge zur Abänderung der Satzung dürfen nur zur jährlichen Hauptversammlung eingebracht werden. Sie müssen vor dem 15. Oktober dem Geschäftsführer schriftlich mitgeteilt werden und benötigen zu ihrer Annahme drei Viertel Mehrheit der anwesenden Fachmitglieder. Anderungen der Satzung.

§ 29.

Art der Abstimmung.

Wenn nicht von mindestens zwanzig anwesenden Gesellschaftsmitgliedern namentliche Abstimmung verlangt wird, erfolgt die Abstimmung in allen Versammlungen durch Erheben der Hand.

Wahlen erfolgen durch Stimmzettel oder durch Zuruf. Sie müssen durch Stimmzettel erfolgen, sobald der Wahl durch Zuruf auch nur von einer Seite widersprochen wird.

§ 30.

Protokolle.

In allen Versammlungen führt der Geschäftsführer das Protokoll, welches nach seiner Genehmigung von dem jeweiligen Vorsitzenden der Versammlung unterzeichnet wird.

§ 31.

Geschäftsordnung.

Die Geschäftsordnung für die Versammlungen wird vom Vorstande festgestellt und kann auch von diesem durch einfache Beschlußfassung geändert werden.

VII. Auflösung der Gesellschaft.

§ 32.

Auflösung.

Eine Auflösung der Gesellschaft darf nur dann zur Beratung gestellt werden, wenn sie von sämtlichen Vorstandsmitgliedern oder von einem Drittel aller Fachmitglieder beantragt wird. Es gelten dabei dieselben Bestimmungen wie bei der Abänderung der Satzung.

§ 33.

Verwendung des Gesellschafts-Vermögens.

Bei Beschlußfassung über die Auflösung der Gesellschaft ist über die Verwendung des Gesellschafts-Vermögens zu befinden. Dasselbe darf nur zum Zwecke der Ausbildung von Fachgenossen verwendet werden.

III. Satzung

für den

Stipendienfonds der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

§ 1.

Der Stipendienfonds ist aus den Organisationsbeiträgen und den Einzahlungen der lebenslänglichen Mitglieder gebildet worden. Er beträgt 200 000 Mark, welche im Preuß. Staats-Schuldbuche, mit $3\frac{1}{2}$ % verzinsbar, eingetragen sind. Fonds.

§ 2.

Die jährlichen Zinsen des Fonds in Höhe von 7000 Mark sollen verwendet werden: Verwendung.

a) Zur Sicherstellung des Geschäftsführers der Gesellschaft,
b) zur Gewährung von Reise-Stipendien an jüngere Fachmitglieder,
c) als Beihilfe zu wissenschaftlichen Untersuchungen von Gesellschaftsmitgliedern,
d) als Anerkennung für hervorragende Vorträge an jüngere Fachmitglieder.

§ 3.

In unruhigen oder sonst ungünstigen Zeiten, in denen die Mitglieder-Beiträge spärlich und unbestimmt eingehen, können die Bezüge des Geschäftsführers alljährlich bis zur Höhe von 7000 Mark aus den Zinsen des Stipendienfonds bestritten werden, wenn dies vom Vorstande beschlossen wird. Sicherstellung des Geschäftsführers.

§ 4.

Hervorragend tüchtige Fachmitglieder, welche nach vollendetem Studium mindestens 3 Jahre erfolgreich als Konstruktions- oder Betriebs-Ingenieure auf einer Werft oder in einer Schiffsmaschinenfabrik tätig waren und hierüber entsprechende Zeugnisse beibringen, können ein einmaliges Reisestipendium erhalten. Sie haben im März des laufenden Jahres ein dahingehendes Gesuch an den Vorstand zu richten, welcher ihnen bis zum 1. Mai mitteilt, ob das Gesuch genehmigt oder abgelehnt ist. Gründe für die Annahme oder Ablehnung braucht der Vorstand nicht anzugeben. Derselbe entscheidet auch von Fall zu Fall über die Höhe des zu bewilligenden Reisestipendiums. Gegen die Entscheidung des Vorstandes gibt es keine Berufung. Nach der Rückkehr von der Reise muß der Unterstützte in knappen Worten dem Vorstande eine schriftliche Mitteilung davon machen, welche Orte und Werke er besucht hat. Weitere Berichte dürfen nicht von ihm verlangt werden. Reisestipendien.

§ 5.

Beihilfen.

Gesellschaftsmitgliedern, welche sich mit wissenschaftlichen Untersuchungen bezw. Forschungsarbeiten auf den Gebieten des Schiffbaues oder des Schiffsmaschinenbaues beschäftigen, kann der Vorstand aus den Zinsen des Stipendienfonds eine einmalige oder eine mehrjährige Beihilfe bis zur Beendigung der betreffenden Arbeiten gewähren. Über die Höhe und die Dauer dieser Beihilfen beschließt der Vorstand endgültig.

§ 6.

Anerkennungen.

Für bedeutungsvolle Vorträge jüngerer Gesellschaftsmitglieder kann der Vorstand aus den Zinsen des Stipendienfonds, wenn es angebracht erscheint, geeignete Anerkennungen aussetzen.

§ 7.

Überschüsse.

Die in einem Jahre für vorstehende Zwecke nicht verbrauchten Zinsen werden den Einnahmen des laufenden Geschäftsjahres zugeführt.

§ 8.

Jahresbericht.

In der jährlichen Hauptversammlung muß der Vorstand einen Bericht über die Verwendung der Zinsen des Stipendienfonds im laufenden Geschäftsjahre erstatten. Die Rechnungsprüfer haben die Pflicht, die diesem Berichte beizufügende Abrechnung durchzusehen und daraufhin die Entlastung des Vorstandes auch von diesem Teile seiner Geschäftsführung bei der Hauptversammlung zu beantragen.

§ 9.

Änderungen der Satzung.

Vorschläge zur Abänderung der vorstehenden Satzung dürfen nur zur jährlichen Hauptversammlung eingebracht werden. Sie müssen vor dem 15. Oktober dem Geschäftsführer schriftlich mitgeteilt werden und benötigen zu ihrer Annahme drei Viertel der anwesenden Fachmitglieder.

IV. Satzung für die silberne und goldene Medaille der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

§ 1.

Die Schiffbautechnische Gesellschaft hat in ihrer Hauptversammlung am 24. November 1905 beschlossen, silberne und goldene Medaillen prägen zu lassen und nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen an verdiente Mitglieder zu verleihen.

§ 2.

Die Medaillen werden aus reinem Silber und reinem Golde geprägt, haben einen Durchmesser von 65 mm und in Silber ein Gewicht von 125 g, in Gold ein Gewicht von 178 g.

§ 3.

Die silberne Medaille wird Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft zuerkannt, welche sich durch wichtige Forscherarbeiten auf dem Gebiete des Schiffbaues oder des Schiffmaschinenbaues verdient gemacht und die Ergebnisse dieser Arbeiten in den Hauptversammlungen der Schiffbautechnischen Gesellschaft durch hervorragende Vorträge zur allgemeinen Kenntnis gebracht haben.

§ 4.

Die goldene Medaille können nur solche Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft erhalten, welche sich entweder durch hingebende und selbstlose Arbeit um die Schiffbautechnische Gesellschaft besonders verdient gemacht, oder sich durch wissenschaftliche oder praktische Leistungen auf dem Gebiete des Schiffbaues oder Schiffmaschinenbaues ausgezeichnet haben.

§ 5.

Die Medaillen werden durch den Vorstand der Gesellschaft verliehen, nachdem zuvor die Genehmigung des Allerhöchsten Protektors zu den Verleihungsvorschlägen eingeholt ist.

§ 6.

An Vorstandsmitglieder der Gesellschaft darf eine Medaille in der Regel nicht verliehen werden, indessen kann die Hauptversammlung mit Zweidrittel-Mehrheit eine Ausnahme hiervon beschließen.



§ 7.

Über die Verleihung der Medaillen wird eine Urkunde ausgestellt, welche vom Ehrenvorsitzenden oder in dessen Behinderung vom Vorsitzenden der Gesellschaft zu unterzeichnen ist. In der Urkunde wird die Genehmigung durch den Allerhöchsten Protektor sowie der Grund der Verleihung (§§ 3 und 4) zum Ausdruck gebracht.

§ 8.

Die Namen derer, welchen eine Medaille verliehen wird, müssen an hervorragender Stelle in der Mitgliederliste der Schiffbautechnischen Gesellschaft in jedem Jahrbuche aufgeführt werden.

V. Bericht über das dreizehnte Geschäftsjahr 1911.

Allgemeines.

Die auch in diesem Jahre wieder auf Beschluß der geschäftlichen Sitzung der XII. Hauptversammlung verschobene Sommerversammlung bewirkte einen ruhigen Verlauf der ersten Hälfte des verflossenen Geschäftsjahres. Wir wurden dadurch in den Stand gesetzt, unsere Aufmerksamkeit mehr dem inneren Ausbau der Gesellschaft zuzuwenden. Unsere ehemals allzu knapp bemessenen Geschäftsräumlichkeiten haben durch einen Umbau eine Ausgestaltung erfahren, die der gestiegenen Mitgliederzahl und dem im Lauf der Jahre wesentlich erweiterten Geschäftsumfang besser Rechnung trägt als bisher. Vor allem wurde für den Vorstand ein geräumiges Sitzungszimmer geschaffen und dadurch zugleich Platz gewonnen für die Bibliothek, auf deren Vergrößerung in diesem Jahre ebenfalls unser Augenmerk gerichtet war. In gleich günstiger Weise wurden von dieser Neuordnung die übrigen Bureaueinrichtungen beeinflußt, so daß für die nächste Zukunft die allmählich dringend gewordene Platzfrage als gelöst gelten kann. Diese Maßnahmen in Verbindung mit entsprechenden Verbesserungen des inneren Bureaubetriebes — von denen hier nur die erweiterte Anwendung des Kartothekprinzipes erwähnt sein möge — gewährleisten eine zuverlässigere und pünktlichere Erledigung aller Geschäftsvorfälle, deren sicheres Funktionieren unseren Mitgliedern zugute kommt.

Veränderungen in der Mitgliederliste.

Die Bilanz unserer Mitgliederliste hat sich gegen das Vorjahr in folgender Weise zu unseren Gunsten verschoben:

Ihren Beitritt erklärten die Herren:

FACHMITGLIEDER.

1. Archauloff, Vadim, Ingenieur, Staatsrat, St. Petersburg.
2. Bignami, Leopoldo, Capitano del Genio Navale nella R. Marina Italiana, Berlin.



3. Busch, H. E., Ingenieur, Hamburg.
4. Cordes, Tönjes, Oberingenieur, Hamburg-Steinwärder.
5. Fuchs. Gustav, Dipl.-Ing., Hamburg.
6. Greiner, Léon, Ingenieur, Seraing, Belgien.
7. Harms, Otto, Betriebsassistent, Flensburg.
8. Hoffmann, C., Direktor, Lübeck.
9. Kappel, Henry, Ingenieur, Cassel-Wilhelmshöhe.
10. Krüger, Hans, Marinebauführer, Wilhelmshaven.
11. Linder, Ernst, Oberingenieur, Hamburg.
12. Molsen, Jan, Ingenieur, Direktor d. Hafen-Dampfschiff-A.-G., Hamburg.
13. Müller, Emil, Chefingenieur, Bremerhaven.
14. Normand, Augustin, Administrateur-délegué des Chantiers & Ateliers Augustin Normand, Le Havre.
15. Ofterdinger, E., Vorsteher der Deutschen Levante-Linie, Hamburg.
16. Rembold, V., Dipl.-Ing., Kiel.
17. Rieseler, Hermann, Oberingenieur, Hamburg.
18. Rohlffs, Karl, Ingenieur, Reinbeck bei Hamburg.
19. Strelow, Waldo, Dipl.-Ing., Hamburg.
20. Weichardt, Marinebaumeister, Kiel.
21. Wigankow, Franz, Fabrikant, Hamburg.
22. Wellmann, Max, Ingenieur, Brake.
23. Wigger, Hans, Marinebaumeister, Südende-Berlin.

MITGLIEDER.

24. v. Achenbach, Landrat des Kreises Teltow, Berlin.
25. Althof, Julius, Fabrikdirektor, Magdeburg.
26. Appel, Paul, Dipl.-Ing., Vegesack.
27. Auerbach, Erich, Prokurist, Berlin.
28. Becker, Jul., Oberingenieur, Essen.
29. Berg, Fritz, Hüttendirektor, Engers a. Rh.
30. Braun, Harry, Ingenieur, Reichenbach.
31. Bühring, John Charles, Fabrikant, Hamburg.

32. Colloredo Mannsfeld, Graf, Hieronymus, k. u. k. Linienschiffsleutnant, Marine-Attaché an der k. u. k. Botschaft Berlin.

33. Deutsch, Felix, Geh. Kommerzienrat, Direktor der A. E. G., Berlin.

34. Doden, Friedrich, Dipl.-Ing., Bremen.

35. Doettloff, Egmont, Dipl.-Ing., Cassel.

36. Döhne, Ferd., Direktor bei Borsig, Tegel.

37. Eigenbrodt, Reinhard, Gerneraldirektor, Dortmund.

38. Emmerich, Ernst, Oberingenieur, Essen.

39. Frommann, Walter, Fregattenkapitän a. D., Berlin.

40. Grah, Peter, Vorstand d. Fa. Sundwiger Eisenhütte, Maschinenbau-A.-G.

41. Guggenheimer, Dr., Fabrikdirektor und Konsul, Augsburg.

42. Hammler, Ernst, Direktor der G. M. A., Görlitz.

43. Hartmann, Otto H., Oberingenieur der Schmidtschen Heißdampf-G. m. b. H., Cassel.

44. Henkel, Kontreadmiral, Kiel.

45. Hüneke, H., Direktor, Berlin.

46. Huth, Dr. phil., Ingenieur, Berlin.

47. Johnson, Helge Axson, Konsul und Reeder, Stockholm.

48. Keitel, Hugo, Zivilingenieur, Düsseldorf.

49. Kortmann, Paul, Oberingenieur und Prokurist, Berlin.

50. Kosche, Arno, Direktor, Hamburg.

51. Kriegeskotte, Hugo, Fabrikdirektor, Chemnitz.

52. Landsberg, G., Regierungsbaumeister a. D., Berlin.

53. Langner, Techn. Kaufmann, Berlin.

54. Lippart, G., Direktor, Nürnberg.

55. L'Orange, P., Dipl.-Ing., Mannheim.

56. Lux, Friedrich, Fabrikant, Ludwigshafen a. Rh.

57. Lux, Fritz, Elektroingenieur, Lugwigshafen a. Rh.

58. Meyer, P., Professor a. d. Techn. Hochschule Delft (Holland).

59. Mierzinsky, H., Dipl.-Ing., Aachen.

60. Mueller, Ottomar, Hütteningenieur und Direktor, Misburg.

61. Nishi, Yoshikaten, Kapitänleutnant der Kaiserl. Japanischen Marine, Berlin.



62. Ohlrogge, Richard, Direktor der Cuxhavener Hochseefischerei, Cuxhaven.
63. Petersen, W., Direktor der Charlottenhütte, Niederschelden-Sieg.
64. Pfleiderer, Carl, Dr. Ing., Professor, Braunschweig.
65. Rehfus, Wilh., Dr. Ing., Ingenieur, Charlottenburg.
66. Richter, Alfred, Oberingenieur, Berlin.
67. Richter, Carl August, Korvettenkapitän a. D., Essen-Ruhr.
68. Roser, E., Dr. Ing., Direktor, Mülheim-Ruhr.
69. Schlieper, Kontreadmiral z. D., Westend.
70. Schwarz, Karl, Oberingenieur, Nürnberg.
71. Stoessel, Paul, Fabrikbesitzer, Düsseldorf.
72. Ulmer, Conrad, Direktor, Berlin.
73. Trenkler, Albert, Marineoberingenieur, Kiel.
74. Vögler, Albert, Hüttendirektor, Dortmund.
75. Wache, Karl, Direktor der G. M. A., Görlitz.
76. Walloch, F., Direktor, Berlin.
77. Wanner, G. Theodor, Fabrikant und Konsul, Stuttgart.
78. Warnholtz, Max, Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg.
79. Weber, Horst, Hofrat, Leipzig.
80. Werner, Dr. Ing., Direktor, Elberfeld.
81. Winkler, Vizeadmiral z. D., Berlin.
82. Wolf, M., Fabrikbesitzer, Magdeburg-Buckau.
83. Wolf, Marinestabsingenieur, Steglitz.
84. Wurm, Dr., A., Hüttendirektor, Osnabrück.

Ausgetreten sind die Herren:

1. Barends, Ingenieur, Danzig.
2. Bosse, Rudolf, Direktor, Hannover.
3. Bötticher, E., Ingenieur, Berlin.
4. Brodin, C. A., Werftbesitzer, Gefle.
5. Burmester, Ad., Assekuradeur, Hamburg.
6. Evans, Ch., Oberingenieur, Barrow-in-Furness.
7. v. Gozdziewski, Hans, Ingenieur, Breslau.
8. v. Grumme, Admiral z. D., Rehdorf.



9. Harms, W., Schiffbautechniker, Berlin.
10. Hedberg, Sigurd, Malmö.
11. Joly, A., Fabrikbesitzer, Wittenberg.
12. Ito, O., Kapitän z. S., Marineattaché, Berlin.
13. Kayser, M., Direktor, Bochum.
14. Knoll, Walter, Ingenieur, Alt-Geltow.
15. Köbisch, Marine-Chefingenieur z. D., Wiesbaden.
16. Kraewel, O., Direktor, Duisburg.
17. Krüger, Fr., Prokurist, Roßlau.
18. Liebe-Harkort, W., Ingenieur, Haspe-Harkorten.
19. Lipkow, Hermann, Ingenieur, Roßlau.
20. Luehrs, D. M., Oberingenieur, Toledo.
21. Mau, Wilhelm, Dipl.-Ing., Magdeburg.
22. Mehrtens, Otto, Schiffbauingenieur, Kiel.
23. Otto, Hugo, Maschinenbauingenieur, Kiel.
24. Paucksch, Felix, Direktor, Hamburg.
25. Poensgen, Bruno, Ingenieur, Düsseldorf.
26. Pröhl, A., Betriebsingenieur, Danzig.
27. Prohmann, Ferd., Professor und Oberlehrer, Hamburg.
28. Quaatz, Kapitänleutnant, Kiel.
29. Röper, A., Direktor, Düsseldorf.
30. Rusitzka, Fr., Ingenieur, Elbing.
31. Schönemann, Dipl.-Ing., Berlin.
32. Schultz, Hans L., Vegesack.
33. Sichtau, R., Marinebaurat, Flensburg.
34. Thiel, Josef, k. u. k. Schiffbauoberingenieur, Triest.
35. Thumann, G., Kapitän des Norddeutschen Lloyd, Vegesack.
36. Traut, F. A., Korvettenkapitän, Marineattaché, Berlin.
37. v. Unger, Major a. D., Berlin.
38. Unger, R., Direktor, Bremen.
39. Westphal, M., Zivilingenieur, Berlin.

Durch den Tod wurden abberufen die Herren:

1. Jahn, J., Direktor, Düsseldorf.
2. Pekrun, Otto, Fabrikdirektor, Coswig.

3. Pohl, Robert, Glücksburg.
4. Radmann, J., Schiffbauingenieur, Gr. Flottbeck.
5. Palmié, Kommerzienrat, Dresden.
6. Masing, B., Ingenieur und Vertreter der Werft Übigau, Dresden.
7. Martens, Rud., Marinebaurat, Berlin.
8. Woermann, Ad., Reeder und Kaufmann, Hamburg.
9. Langreuter, Hermann, Lloydkapitän, Bremerhaven.
10. Knaudt, Hüttendirektor, Essen.
11. Polte, Kommerzienrat, Magdeburg.
12. Sichmund, Adam, Dipl.-Ing., Elbing.
13. Ihlder, Carl, Ingenieur, Bremerhaven.
14. Trost, Joh., N., Schiffbaudirektor, Harburg.
15. Merk, Karl, H., Ingenieur, Rostow am Don.
16. Schachtel, Leo, Dr. jur., Rechtsanwalt, Berlin.
17. Riensberg, Karl, Direktor der Brückenbau Flender-A.-G., Benrath.
18. Selck, Fr., W., Kommerzienrat, Flensburg.
19. Borgstede, Ed., Königl. Baurat, Schiffbaudirektor a. D., Elbing.

Wie demnach ersichtlich, steht dem Verlust von 58 Mitgliedern ein Zuwachs von 84 Herren gegenüber, so daß wir gegen das vorige Jahr mit einem Überschuß von 26 Mitgliedern abschließen.

Wirtschaftliche Lage.

Der Vermögensstand der Gesellschaft kann im allgemeinen als erfreulich bezeichnet werden, dank der wohlwollenden Unterstützung durch den Herrn Staatssekretär des Reichsmarineamtes, dank den steigenden Erträgen aus dem Vertrieb unserer Jahrbücher und dank den Zinsen unseres in 3½ % preußischen Konsols sowie im Staatsschuldbuch fest angelegten Vermögens von insgesamt 320 000 ℳ Nennwert. Allerdings verdient hervorgehoben zu werden, daß uns nur durch den Ausfall einer Sommerversammlung große Ausgaben erspart worden sind, die andernfalls das günstige Bild, das nachstehende, von unseren Revisoren ordnungsmäßig geprüfte Abrechnung gewährt, wesentlich beeinträchtigt hätten.



Einnahmen. **1910** **Ausgaben.**

	Einnahmen	M.		Ausgaben	M.
1.	Mitgliederbeiträge 1910 (1508 Beiträge)	30 145,77	1.	Jahrbuch	28 603,49
2.	Mitgliederbeiträge 1911 ($20\frac{1}{2}$ Beiträge)	410,05	2.	Gehälter	8 233,80
3.	Eintrittsgelder 1910 (43×20)	860,—	3.	Bureaubetrieb	2 807,45
4.	Zuschuß des Reichsmarineamts	2 000,—	4.	Post	632,75
5.	Diverse einmalige Einnahmen	252,70	5.	Hauptversammlung . .	4 453,45
6.	Jahrbuchertrag 1910 . .	2 614,88	6.	Bibliothek	198,33
7.	Eingänge der Hauptversammlung	3 760,—	7.	Diverses	2 754,93
8.	Zurückgezahlte Kaution	1 100,—	8.	Inventarkonto	486,30
9.	Zinsen aus Effekten und Bankguthaben	11 129,67	9.	Ankauf von nom. M. 10000 $3\frac{1}{2}$ % Kons.	9 352,10
10.	Kassenbestand am 1. Januar 1910	1 679,88	10.	Kassenbestand am 31. Dezember 1910	1 534,35
11.	Banksaldo am 1. Januar 1910	9 839,—	11.	Banksaldo am 31. Dezember 1910	4 735,—
	Sa. . . .	63 791,95		Sa. . . .	63 791,95

Geprüft und für richtig befunden.

Berlin, den 11. Februar 1911.

gez. Vielhaben. gez. B. Masing.

Tätigkeit der Gesellschaft.

a) Deutsche Dampfkessel-Normenkommission.

Unser Vertreter, Herr Oberingenieur C. Rosenberg von der Tecklenborgwerft in Geestemünde, berichtet über den Fortgang der Arbeit dieser Kommission wie folgt:

Die dritte ordentliche Hauptversammlung fand am 29. Oktober 1910 in Berlin statt. In der Hauptsache beschäftigte sich die Kommission mit der Frage, ob härteres Blech (über 41 kg Festigkeit) beim Bau und Betrieb von Dampfkesseln größere Vorsichtsmaßregeln erfordert als weiches Blech (34—41 kg).



Das Königliche Material-Prüfungsamt in Groß-Lichterfelde wurde beauftragt, über diesen Punkt Material zu sammeln, und die Kommission bewilligte zu diesem Zwecke 1000 ℳ. Das Königliche Material-Prüfungsamt hat eine Rundfrage bei allen Interessenten angestellt, doch liegt das Resultat noch nicht vor.

Angeregt durch zwei Zuschriften, welche die Firma R. Wolff, Magdeburg-Buckau, sowie Heinrich Lanz, Mannheim, betreffs § 5, Abs. 2 der Allgemeinen polizeilichen Bestimmungen an die Normenkommission gerichtet hatten mit dem Ersuchen, die vereinigte Bundesregierung möchte die Handhabung der Vorschriften über Anlegung und Betrieb von Dampfkesseln im Deutschen Reich einheitlich gestalten, richtete der Vorstand der Normenkommission ein entsprechendes Schreiben an die Bundesregierung.

Im übrigen beschäftigte sich die Normenkommission mit geringfügigen Änderungen und Ergänzungen der Bauvorschriften.

b) Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen.

Wie unser Vertreter für das Technische Hochschulwesen, Herr Wirkl. Geh. Oberbaurat und Professor Johs. Rudloff-Berlin, meldet, haben bisher erst vertrauliche Beratungen über das Hochschulwesen stattgefunden, die sich für die Veröffentlichung noch nicht eignen. Dagegen ist Herr Professor F. Romberg-Berlin, unser Vertreter für das Technische Mittelschulwesen, in der Lage, folgenden ausführlichen Bericht unseren Mitgliedern zur Kenntnis zu unterbreiten:

> Der „Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen" wurde ins Leben gerufen vom Verein Deutscher Ingenieure, welcher von jeher dem technischen Unterrichtswesen mit Rücksicht auf seine maßgebende Bedeutung für die gesamte Technik besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat.
>
> Er setzt sich zusammen aus einer größeren Zahl von Vertretern der Industrie, der Lehrerschaft, der Regierungen, sowie der bedeutenden technischen Vereine und Gesellschaften, welche alle an der gedeihlichen Entwicklung des technischen Unterrichts ein lebhaftes Interesse haben.
>
> Die Absichten und Ziele, welche der Ausschuß verfolgt, bestehen darin:
>
> die Bedürfnisse und Anforderungen der Praxis in Industrie und Gewerbe zu ermitteln,
>
> aus dieser Kenntnis heraus Wünsche und Vorschläge in bezug auf die Vorbildung der Schüler, auf die Lehrziele, den Umfang des Lehrstoffes, die gegenseitige Abgrenzung der Schulen und ihre Aufgaben zu formulieren,
>
> in gemeinsamer Beratung mit Schulmännern und Vertretern der zuständigen Verwaltungen die Interessen der Schulen wie der Industrie zu fördern.



Es wurde von vornherein davon Abstand genommen, das gesamte technische Schulwesen einer erschöpfenden Prüfung zu unterziehen, wie die Bezeichnung des Ausschusses hätte erwarten lassen können. Diese wurde vielmehr nur deshalb gewählt, um damit zum Ausdruck zu bringen, daß die Beratungen sich nicht auf eine bestimmte Art von Schulen beschränken lassen, sondern Gebiete des höheren, mittleren und niederen Schulwesens berühren würden.

Es wurde ferner auch als nicht zu den Aufgaben des Ausschusses gehörig erachtet:

> die Ausgestaltung des Lehrplanes und die Durchbildung der Lehrmethoden im einzelnen zu beraten oder ein Schema aufzustellen, nach dem die technischen Schulen fortzubilden seien, sowie ferner die Anforderungen der staatlichen und kommunalen Verwaltungen an das technische Schulwesen mehr als in beschränktem Maße zu berücksichtigen.

Trotz solcher Einschränkungen wäre das verbleibende Arbeitsgebiet noch viel zu umfangreich für eine erschöpfende Behandlung geworden, wenn man nicht von Anfang an den weiteren Vorsatz gefaßt hätte, nur einzelne wichtige Fragen zu behandeln, zu deren besonderer Beratung entweder von außen her oder durch den Gang der Verhandlungen ein Anlaß geboten werden würde.

Binnen kurzem kann nun der Ausschuß auf das dritte Jahr seines Bestehens zurückblicken. Aus seiner Tätigkeit in dieser Zeit ist folgendes hervorzuheben:

Die Behandlung verschiedener Fragen ließ die Mitwirkung geeigneter Kreise erforderlich erscheinen. Deshalb beschloß der Ausschuß bereits in seiner ersten Sitzung, besondere Unterausschüsse je für die Behandlung einzelner Fragen einzusetzen und in diese Arbeitsausschüsse auch Fachmänner zu berufen, die außerhalb des Ausschusses ständen.

Diesen Arbeitsausschüssen wurde die Aufgabe zugewiesen, die vorliegenden Fragen in allen Einzelheiten zu prüfen, das erforderliche Material zu sammeln und in Form von Berichten vorzubereiten für die Verhandlungen in den in größeren Zeitabständen zu berufenden Ausschußsitzungen.

In den Ausschußsitzungen sollten dann die Ergebnisse der Beratungen endgültig festgelegt und über die weiter durchzuführenden Arbeiten Beschlüsse gefaßt werden. Nach diesem Programm hat der Ausschuß seine Tätigkeit bisher durchgeführt.

Die ersten Beratungen, welche in Angriff genommen wurden, galten den mittleren und niederen staatlichen technischen Fachschulen für die Maschinenindustrie und verwandte Gewerbe. Es ergab sich die Notwendigkeit, diesen Gegenstand zuerst zu behandeln, aus der Absicht des preußischen Ministeriums für Handel und Gewerbe, baldmöglichst eine Neuorganisation der höheren Maschinenbauschulen durchzuführen, insbesondere den bisherigen vier Halbjahren der Ausbildung an diesen Schulen noch ein fünftes Halbjahr anzugliedern.

Es wurde daher in der ersten Sitzung des Ausschusses am 3. Dezember 1908 beschlossen, sich mit den Aufgaben dieser Schulen unter Berücksichtigung der Anforderungen und Bedürfnisse der Industrie, sowie mit der Abgrenzung dieser Aufgaben nach oben und unten, ferner mit den Aufnahmebedingungen, mit dem Lehrplan und der Unterrichtsdauer, der Unterrichtsweise, dem Prüfungswesen und den Anforderungen an die Fachlehrer für diese Schulen zu beschäftigen. Mit Absicht wurden die nichtstaatlichen Schulen zunächst aus den Beratungen ausgeschieden, weil diese eine größere Vielgestaltigkeit aufweisen, auch die Ausge-



staltung dieser Schulen durch private Verhältnisse der Unternehmer beeinflußt wird und darum die staatlichen Schulen eher das Gemeinsame und Charakteristische der Entwicklung derartiger Anstalten erkennen lassen.

Nach der gemeinsamen Besprechung der vorerwähnten Fragen in der ersten Sitzung des Ausschusses wurde ein Unterausschuß beauftragt, eine Reihe von höheren und niederen Fachschulen zu besichtigen und ferner durch eine sorgfältig vorbereitete Umfrage bei zahlreichen Firmen die Wünsche der Industrie bezüglich dieser Schulen festzustellen. Dieser Arbeitsausschuß hat zur Vorbereitung weiterer Beratungen auch bereits die Frage des Lehrlingswesens und der Fortbildungsschulen in den Kreis seiner Erörterungen gezogen.

Über alle diese Arbeiten wurden Berichte erstattet in der zweiten Sitzung des Ausschusses, welche am 22. und 23. November 1909 stattfand.

Die Ergebnisse der in dieser Sitzung durchgeführten Beratungen lassen sich, soweit sie die technischen Mittelschulen betreffen, wie folgt in kurzen Umrissen kennzeichnen:

1. Die staatlichen technischen Mittelschulen haben sich den Bedürfnissen der Industrie und der staatlichen Betriebsverwaltungen entsprechend entwickelt. Sie haben Lehrmethoden und Lehrplan nicht einseitig schematisiert, sondern, namentlich auch in Preußen, auf die hervortretende Verschiedenheit in den Anforderungen der Praxis Rücksicht genommen. Hier hat sich auch eine völlige Teilung der technischen Mittelschulen in höhere und niedere Fachschulen herausgebildet und gut bewährt.

   Im Interesse der Industrie und in dem der Weiterentwicklung der Schulen ist es wünschenswert, daß die leitenden Männer der Industrie den Schulen eine größere Aufmerksamkeit zuwenden und mit ihnen bei jeder sich bietenden Gelegenheit Fühlung nehmen. Ebenso ist dringend zu wünschen, daß die Industrie die Absolventen derjenigen Schulen zu bevorzugen sich gewöhnt, die den folgenden allseitig als maßgebend anerkannten Gesichtspunkten gerecht werden.

2. Abgrenzung der Schulen. Eine klare Abgrenzung der drei Schulgattungen, welche sich in Deutschland herausgebildet haben — technische Hochschulen, technische Mittelschulen, technische Arbeiterschulen — ist im Interesse der Schulen, der Schüler und der Verwaltungen wie der Industrie notwendig. Bei der Bezeichnung dieser Schulen muß jede Irreführung vermieden werden.

   Die früher vom Verein Deutscher Ingenieure als Werkmeisterschule empfohlene zweisemestrige Anstalt hat sich als nicht lebensfähig erwiesen, da Werkmeister im Sinne der Industrie am besten durch die Praxis selbst herangebildet werden, wobei ihnen die erforderlichen theoretischen Kenntnisse neben ihrer praktischen Tätigkeit durch besondere Kurse zu vermitteln sind.

   Die technischen Arbeiterschulen sollen gelernten Arbeitern und Lehrlingen die Gelegenheit zur fachlichen Vorbildung gewähren. Industrie und Handwerk sind an der gesunden Entwicklung dieser Schulen gleichmäßig beteiligt.

3. Aufnahmebedingungen und praktische Vorbildung. Die Schüler müssen bei dem Eintritt in die Schule eine möglichst gleichmäßige Bildung mitbringen. Nur um eine größere Gleichwertigkeit in der



Vorbildung zu erreichen, hält der Ausschuß bei technischen Mittelschulen die Vorschaltung einer fünften Klasse vor den jetzt vorhandenen vier Klassen für zweckmäßig.

Bei den Schülern technischer Mittelschulen ist der größte Wert zu legen auf ausreichende praktische Vorbildung, die — mindestens zweijährig für die höheren Fachschulen und vierjährig für die niederen Fachschulen — vor dem Eintritt in die Fachschule ohne Unterbrechung durchzuführen ist.

4. Lehrplan und Lehrziel. Besonderer Wert ist auf den Zeichenunterricht zu legen, namentlich auch auf das freihändige Skizzieren aus dem Gedächtnis.

Der mathematische Unterricht soll die Mathematik nur als Mittel zum Zweck betreiben und insbesondere auf praktische Beispiele Rücksicht nehmen.

Bei den naturwissenschaftlichen Fächern, besonders Physik, sind ohne Erweiterung des Lehrzieles die Unterrichtsgebiete möglichst zu vertiefen. Auch hier empfiehlt es sich, praktische Aufgaben und Übungen als wesentlichen Teil des Unterrichts anzuwenden.

Im Fachunterricht ist auf die Pflege der grundlegenden Fächer der größte Nachdruck zu legen. Überall sind wirtschaftliche Gesichtspunkte und die neuzeitigen Herstellungsverfahren, sowie die Fragen der Bearbeitung der Materialien zu berücksichtigen.

Laboratorien sind unentbehrlich, sollen aber nicht der Erziehung zur wissenschaftlichen Forschung dienen, wie an den Hochschulen, sondern dem Techniker die Möglichkeit gewähren, sich in einfachen technischen Versuchen und fortlaufenden Betriebsbeobachtungen zu üben und das in den theoretischen Fächern Gelernte durch die Anschauung sich fester anzueignen.

Fabrikbesichtigungen sind sehr nützlich und sollten von der Industrie und den staatlichen Verwaltungen möglichst gefördert werden.

5. Unterrichtsdauer. Die Schulzeit erscheint bei den höheren Mittelschulen mit fünf, bei den niederen mit vier Halbjahren ausreichend bemessen. Besser vorgebildeten Schülern sollte ermöglicht werden, die unterste Klasse zu überspringen. Es liegt ein dringendes Bedürfnis vor, die jungen Leute nach vollendetem Schulbesuch möglichst jung in die Praxis zurückzuschicken. Eine weitere Verlängerung der Unterrichtsdauer kann daher keineswegs angezeigt erscheinen.

6. Prüfungen. Die Prüfungen sollten auf das unentbehrliche Maß beschränkt werden.

Es ist anzustreben, daß bei Schulen der gleichen Gattung das Reifezeugnis auf Grund gleicher Anforderungen ausgestellt wird.

Es ist zu mißbilligen, daß Reifezeugnisse erteilt werden, die nach Form und Bezeichnung die Möglichkeit geben, mit dem Diplom der Hochschulen verwechselt zu werden.

7. Ausbildung der Fachlehrer. Technischer Fachunterricht soll nur durch Ingenieure erteilt werden, die ein vollständiges akademisches Studium an einer technischen Hochschule erledigt haben und längere Zeit in der Praxis gewesen sind.

Der Unterricht an den technischen Mittelschulen soll nicht in akademischer Form erfolgen, vielmehr muß der Lehrer im eigentlichen Sinne des Wortes unterrichten.

Es ist wünschenswert, daß die Lehrer mit der Praxis in Fühlung bleiben.

8. Beziehung zu den Tiefbauschulen. Die Tiefbauschulen berühren sich in ihren Lehrgebieten mehrfach mit den Maschinenbauschulen. Sie sind aber meistens den Baugewerkschulen angegliedert, und ihr Lehrplan ist überwiegend den Bedürfnissen der staatlichen und kommunalen Verwaltungen angepaßt. Weil aber diese Schulen auch eine große Zahl junger Leute für die Privatindustrie auszubilden haben, müssen auch die besonderen Bedürfnisse der Privatindustrie befriedigt werden. Ein abschließendes Urteil darüber, ob den Bedürfnissen der Privatindustrie auf den Tiefbauschulen in vollem Maße genügt wird, soll zurzeit noch nicht abgegebenwerden, da diese Schulen gegenwärtig meist in der Umwandlung begriffen sind.

Nach Erledigung seiner Arbeiten bezüglich der staatlichen technischen Mittelschulen hat sich der Ausschuß mit den nichtstaatlichen Schulen beschäftigt. Die hierhergehörigen Fragen wurden in ähnlicher Weise wie vorher verhandelt und zu ihrer Vorbereitung ebenfalls ein Arbeitsausschuß eingesetzt, der wiederum zunächst eine Anzahl nichtstaatlicher Schulen besuchte und außerdem an 32 Anstalten dieser Art eine Umfrage richtete, um wertvolle Angaben über die Einrichtung und Ziele dieser Anstalten zu gewinnen. Die hierdurch erhaltenen Unterlagen wurden gesichtet und sachkundigen Herren zur Berichterstattung über das nichtstaatliche Schulwesen übergeben.

Am 21. November 1910 wurden in der III. Gesamtsitzung des Deutschen Ausschusses die Berichte vorgetragen und alle bezüglichen Fragen eingehend erörtert.

Die Ergebnisse dieser Erörterungen sind in der folgenden kurzen Zusammenstellung niedergelegt. Während die früheren Ausführungen sich allein auf staatliche Schulen bezogen, sind die nachstehenden in gleicher Weise für staatliche und nichtstaatliche Anstalten maßgebend, obwohl sie in erster Linie für die privaten Schulen Bedeutung haben.

1. Einteilung und Beurteilung der technischen Mittelschulen und ihre Bedeutung für die Industrie. Der Ausschuß hält an der früher aufgestellten Gruppeneinteilung des gesamten technischen Schulwesens in technische Hochschulen, technische Mittelschulen, technische Arbeiterschulen unbedingt fest. Eine deutliche Trennung dieser Schularten liegt im Interesse der Schulen, der Schüler, der Verwaltungen und der Industrie. Bestrebungen einiger Schulen, eine Sonderstellung zwischen technischen Mittelschulen und technischen Hochschulen einzunehmen, kann der Ausschuß demnach nicht billigen. Diese Schulen sind technische Mittelschulen. Ob sie zu den „höheren" oder „niederen" Fachschulen zu rechnen sind, richtet sich nach den vom Ausschuß aufgestellten allgemeinen Grundsätzen.

Technische Mittelschulen haben den Zweck, technische Beamte für die Industrie und die technischen Gewerbe, für Bureau und Betrieb, sowie auch spätere Leiter kleiner wie mittlerer Betriebe vorzubilden. Aus der persönlichen Eignung und den besonderen Verhältnissen in der Praxis



ergeben sich für das spätere Fortkommen der Absolventen solcher Anstalten so verschiedenartige Bedingungen, daß eine Abgrenzung der Schulen nach den künftigen Stellungen ihrer Schüler unmöglich ist.

Die Leistungsfähigkeit einer Schule wird allein bestimmt durch einen richtig geordneten, den Aufnahmebedingungen angepaßten Unterricht von entsprechender Dauer, durch die Zusammensetzung des Lehrkörpers und die Einrichtungen der Schule.

Zuerst haben vorwiegend private Anstalten die Bedürfnisse der Industrie an technischen Beamten befriedigt; es sind zahlreiche brauchbare Hilfskräfte aus diesen Schulen hervorgegangen. Mit dem Wachsen des Bedarfs wurden staatliche technische Schulen begründet, so daß heute in Deutschland staatliche und nichtstaatliche Schulen als große Gruppen des technischen Fachschulwesens sich gegenüberstehen.

Unter den nichtstaatlichen technischen Fachschulen sind zu unterscheiden: die städtischen Schulen großer Städte, die städtischen Schulen kleiner Städte und die Privatschulen.

Die nichtstaatlichen technischen Mittelschulen übertreffen heute noch die staatlichen sowohl in ihrer Anzahl, als auch in der Zahl ihrer Besucher.

Es ist zuzugeben, daß es heute unter den zahlreichen nichtstaatlichen Schulen Deutschlands eine ganze Anzahl gut geleiteter und ausreichend ausgestatteter Schulen gibt, welche brauchbare Kräfte für die Industrie vorzubilden vermögen.

Andererseits haben sich aber auch mancherlei Schäden an solchen Anstalten herausgebildet, wie z. B.: geringere Disziplin, unregelmäßiger Schulbesuch, hohe Schülerzahlen der einzelnen Klassen, Überanstrengung der Schüler, ungleichmäßige Vorbildung der Lehrer, Reklame mit hochschulähnlichem Namen, diplomähnlichen Zeugnissen usw. Diese Mängel und Mißbräuche sind entschieden zu verurteilen; sie zu beheben, sollten alle daran interessierten Kreise ernsthaft bestrebt sein. Namentlich sollte die Industrie Absolventen derjenigen Schulen bevorzugen, die den folgenden allgemein als maßgebend anerkannten Gesichtspunkten entsprechen.

2. Aufnahmebedingungen und praktische Vorbildung. Eine völlige Teilung in höhere und niedere Fachschulen hat sich vielfach herausgebildet und bewährt. Dort, wo sich bei staatlichen oder nichtstaatlichen Schulen beide Schularten vereinigt vorfinden, erscheint die niedere Schule als Vorstufe der höheren unbedingt ungeeignet und eine klare Trennung zweckmäßig. Als „höhere" Fachschulen erkennt der Deutsche Ausschuß nur solche an, welche Schüler mit der wissenschaftlichen Befähigung zum einjährig-freiwilligen Militärdienst oder einer anderen gleichwertigen Vorbildung aufnehmen, eine mindestens zweijährige, ununterbrochene praktische Tätigkeit vor dem Eintritt in die Fachschule fordern und einen mindestens vier Halbjahre dauernden Lehrgang haben. Alle anderen Fachschulen sind zu den „niederen" zu zählen.

3. Lehrplan und Lehrziel. Besonderer Wert ist auf den Zeichenunterricht zu legen und namentlich das freihändige Skizzieren nach dem Gedächtnis zu pflegen.

Mathematik ist nicht als Selbstzweck, sondern als Mittel zum Zweck und in engster Fühlung mit den Bedürfnissen der Fachgebiete zu betreiben.



Der naturwissenschaftliche Unterricht ist ohne Erweiterung des Lehrziels möglichst zu vertiefen und auch hierbei, wie in der Mathematik, auf praktische Aufgaben und Übungen als wesentlichen Teil des Unterrichts Bedacht zu nehmen.

Im Fachunterricht ist auf die Pflege der grundlegenden Fächer der größte Nachdruck zu legen.

Laboratorien sind für den Unterricht unentbehrlich, aber nicht zwecks Erziehung zur wissenschaftlichen Forschung zu verwenden, sondern als Mittel, um einfache technische Untersuchungen und Betriebsbeobachtungen zu üben und das Gelernte durch die Anschauung zu vertiefen.

Fabrikbesichtigungen sind zur Befestigung des Gelernten ebenfalls sehr nützlich und von der Industrie und den staatlichen Verwaltungen möglichst zu fördern.

4. Unterrichtsdauer. Für höhere Mittelschulen erscheint eine Schulzeit von fünf Halbjahren, bei niederen eine solche von vier Halbjahren erfahrungsgemäß ausreichend. Besser vorgebildete Schüler sollten die unterste Klasse überspringen können. Es besteht ein dringendes Bedürfnis, die Schüler nach vollendetem Schulbesuch möglichst jung in die Praxis zurückzuschicken. Eine weitere Verlängerung der Unterrichtsdauer ist daher unbedingt zu verwerfen.

5. Prüfungswesen. Prüfungen sollten auf das unentbehrliche Maß beschränkt bleiben. Die Abgangsprüfung kann eingeschränkt werden, wenn die Versetzungen streng gehandhabt werden.

   An Mittelschulen soll der Unterricht nicht in akademischer Form erfolgen, sondern im eigentlichen Sinne des Wortes unterrichtet werden.

   Es ist wünschenswert, daß an den Prüfungen geeignete Vertreter der Industrie teilnehmen, ohne daß diese Tatsache als Auszeichnung oder Anpreisung für die Schule verwendet wird.

   In den Reifezeugnissen ist die Verwechslung mit dem Diplom der technischen Hochschulen zu vermeiden.

6. Ausbildung der Fachlehrer. Für den Unterricht in technischen Fächern kommen nur in Betracht Ingenieure, die ein abgeschlossenes akademisches Studium an einer technischen Hochschule erledigt haben und längere Zeit in der Praxis gewesen sind. Es ist erwünscht, daß die Lehrer mit der Praxis in Fühlung bleiben.

Um den vorstehenden im Auszug wiedergegebenen Anschauungen die Durchführung zu sichern, hat der Deutsche Ausschuß durch eine Eingabe an die Regierungen der deutschen Bundesstaaten beantragt:

1. alle vorhandenen privaten oder sonstigen nichtstaatlichen Schulen einer fachmännischen Aufsicht zu unterstellen,
2. die Genehmigung neuer gewerblicher Unterrichtsanstalten nicht nur von der Erfüllung vorstehender Forderungen und dem Nachweise des Bedürfnisses für ihre Errichtung, sondern auch von der finanziellen Leistungsfähigkeit der Unternehmer und wissenschaftlichen Befähigung des Leiters abhängig zu machen,
3. die vorstehenden Grundsätze baldmöglichst, nötigenfalls im Wege der Gesetzgebung, in allen Bundesstaaten gleichmäßig zur Durchführung zu bringen.



Es besteht ferner die Absicht, Führer erscheinen zu lassen, in welchen Mitteilungen über diejenigen Schulen enthalten sind, die den Anschauungen des Deutschen Ausschusses entsprechen. Der Deutsche Ausschuß verspricht sich besonderen Erfolg auch von der Aufklärung der Öffentlichkeit und erwartet, daß sich hieran, ebenso wie an der Durchführung aller Bestrebungen zur gedeihlichen Fortentwicklung des Fachschulwesens, die technischen Vereine und Verbände in großem Umfange beteiligen werden.

In den vorstehenden Ausführungen ist die bisherige Tätigkeit des Deutschen Ausschusses im wesentlichen gekennzeichnet. Eine Reihe weiterer Fragen, insbesondere auch diejenigen, welche das technische Hochschulwesen betreffen, befinden sich in Vorbereitung und werden in der Folgezeit zur Verhandlung kommen.

Alle näheren Einzelheiten, welche das Vorhergesagte betreffen, namentlich auch die ausführlichen Berichte und Diskussionen, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden konnte, sind aus den ausführlichen Veröffentlichungen des Ausschusses zu entnehmen (2 Bände, erschienen im Verlage von B. G. Teubner, Leipzig).

Als dritter Vertreter der Schiffbautechnischen Gesellschaft hat sich inzwischen noch Herr Professor H. Zopke, Direktor des Hamburger Staatlichen Technikums, zur Teilnahme an den Beratungen des Ausschusses bereit erklärt.

c) Die „Illustrierten Technischen Wörterbücher in sechs Sprachen“,

welche seit 1907 unter der Schriftleitung des Herrn Ingenieur Alfred Schlomann im Verlage von R. Oldenbourg in München erscheinen, standen Ende vorigen Jahres in Gefahr, mangels einer zu geringen Zahl von Käufern, welche sich für die bisher noch nicht behandelten Gebiete der Technik interessieren, ihr Erscheinen einstellen zu müssen. In dieser Notlage entschloß sich der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft zur Teilnahme an einer am 25. Februar in Berlin stattgefundenen Besprechung, welche über die Maßnahmen zur Fortführung und weiteren Ausgestaltung des so erfolgreich begonnenen Unternehmens beraten sollte. Die von namhaften Vertretern der Wissenschaft und Technik besuchte, unter dem Vorsitz des Herrn Patentanwalt C. Fehlert-Berlin geleitete Versammlung war einstimmig der Ansicht, daß es nicht nur für die gesamte Industrie mit ihren zahlreichen zahlungskräftigen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Verbänden, sondern auch für das Deutsche Reich und für die Bundesstaaten eine Ehrenpflicht sei, dem ins Stocken geratenen, auf buchhändlerischem Wege nicht weiter durchführbaren Werk mit ausreichenden Zuschüssen zur Seite zu springen. Zur Erledigung der geschäftlichen Angelegenheiten dieses Unternehmens wurde ein Ausschuß gewählt, dem die Herren Patentanwalt Fehlert, Geheimrat Dyk, Geheimrat



Ravené, Professor Dr.-Ing. Schlesinger, Abgeordneter Dr. Beumer, Exzellenz Fleck und Dr. Brodmann angehören. Über die von diesem Ausschuß fernerhin unternommenen Schritte wird im nächsten Jahrbuch berichtet werden.

d) Der Deutsche Nautische Verein
und Verband Deutscher Seeschiffer-Vereine

hielten wiederum ihren gemeinsamen dritten deutschen Seeschiffahrtstag unter dem Vorsitz des Herrn Geheimen Kommerzienrat Aug. Schultze-Oldenburg am 20. und 21. März in dem großen Sitzungssaale der Berliner Handelskammer ab. Unter den Vorträgen, die unser besonderes Interesse beanspruchten, heben wir den des Herrn Professor Laas-Charlottenburg über „Groß-Motorschiffe" sowie die der Herren Kapitän Schroedter-Hamburg und Generalsekretär Huldermann-Hamburg über „die Mannschaftsverhältnisse an Bord deutscher Schiffe" und über „die Lage der Seeschiffahrt" hervor. Vor Beginn der Tagung begaben sich die Teilnehmer nach Nauen zur Besichtigung der Telefunkenstation, die unseren Mitgliedern noch seit dem Besuch vom 27. November 1907 bekannt sein dürfte.

e) Der Deutsche Schulschiff-Verein,

der unter dem Ehrenvorsitz Seiner Königlichen Hoheit des Großherzogs von Oldenburg seine ordentliche Mitgliederversammlung am 3. Juli in Travemünde abgehalten hat, konnte diesmal wiederum auf ein befriedigendes Geschäftsjahr zurückblicken. Finanziell hat sich der Verein hauptsächlich dadurch gehoben, daß im vorigen Jahre die Landesvereinigungen in München, Leipzig, Dresden, Stuttgart und Friedrichshafen Sitzungen abhielten, bei welcher Gelegenheit dem Verein zahlreiche neue Mitglieder zuströmten und namhafte Summen gespendet wurden. Allerdings bedarf es in Zukunft noch größerer Anstrengungen. Seitens der Reedereien ist nämlich an den Schulschiff-Verein die Aufforderung ergangen, auch an die Ausbildung von Köchen heranzutreten. An Bord der „Großherzogin Elisabeth" sind bereits einige Köche, meist Bäcker, versuchsweise übernommen worden. Die Zahl wird natürlich gesteigert werden müssen, wenn den Wünschen der Reedereien nur einigermaßen entsprochen werden soll.

Die Ausbildung der Dampfschiffsmatrosen war bisher eine so vorzügliche, daß mit dem einen Jahreskursus nicht genügend Mannschaften herangezogen werden konnten. Mit den vorhandenen zwei Schiffen kann aber leider nicht mehr ge-



leistet werden. Der Platz auf ihnen wird enger und enger. Es wird sich möglicherweise — die Frage befindet sich aber noch in der Schwebe — mit der Zeit die Notwendigkeit herausstellen, ein drittes Schulschiff anzuschaffen, das eine kleine Hilfsmaschine besitzt, damit die Matrosen zugleich an Bord des Schulschiffes das Steuern mit dem Dampfruder erlernen können und der Verein nicht genötigt ist, einen besonderen Dampfer hierfür zu mieten.

Kundgebung des Allerhöchsten Protektors.

Auf das im Auftrage Seiner Königlichen Hoheit des Großherzogs von Oldenburg mit einem Glückwunschschreiben zum 27. Januar überreichte Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft hatte Seine Majestät der Kaiser die Gnade, in nachstehendem Schreiben Allerhöchstseinen Dank auszusprechen:

Durchlauchtigster Fürst,
freundlich geliebter Vetter und Bruder!

Euere Königliche Hoheit haben als Ehren-Vorsitzender der Schiffbautechnischen Gesellschaft Mir namens der Vereinigung auch in diesem Jahre freundliche Glück- und Segenswünsche zu meinem Geburtstage übermittelt. Ich habe Mich über diese erneute Aufmersamkeit sowie über die gleichzeitige Überreichung des neuesten Jahrbuches der Schiffbautechnischen Gesellschaft herzlich gefreut und spreche Euerer Königlichen Hoheit und der Gesellschaft für das feundliche Gedenken Meinen wärmsten Dank aus.

Ich verbleibe mit den Gesinnungen unveränderlicher Hochachtung und Freundschaft

Euerer Königlichen Hoheit
freundwilliger Vetter und Bruder
gez. Wilhelm
I. R.

Berlin im Schloß,
30. Januar 1911.

An des Großherzogs von Oldenburg Königliche Hoheit.



Gedenktage.

Im Kreise unserer Mitglieder sind folgende Gedenktage bekannt geworden, zu welchen der Vorstand den Jubilaren seinen Glückwunsch telegraphisch übermittelte:

Herr Albert Ballin, Vorsitzender des Direktoriums der Hamburg-Amerika Linie, feierte am 1. Juni sein 25 jähriges Dienstjubiläum.

Die Institution of Naval Architects and Marine Engineers feierte am 3. Juli 1911 ihr 51 jähriges Bestehen durch einen internationalen Schiffbaukongreß.

Herr Geheimer Regierungsrat und Professor M. Zarnack-Berlin beging am 1. August in voller Frische seinen 70. Geburtstag.

Unser Vorstandsmitglied, Herr Vizepräsident des Norddeutschen Lloyd Friedrich Achelis-Bremen, wurde am 15. September zum Präsidenten dieser Gesellschaft gewählt.

Herr Geheimer Baurat und Schiffbaudirektor a. D. Th. Zeysing-Stettin beging mit seiner Gemahlin am 8. Oktober das Fest der goldenen Hochzeit.

VI. Das 51jährige Stiftungsfest der Institution of Naval Architects am 3.—8. Juli 1911.

Das im vorigen Jahre nach dem Hinscheiden des Königs Edward VII. verschobene 50jährige Stiftungsfest der Institution of Naval Architects wurde in diesem Jahre unter dem Protektorat Seiner Majestät des Königs Georg V. vom 3.—8. Juli in Verbindung mit einem internationalen Schiffbau-Kongreß in London gefeiert. Fast alle seefahrenden Nationen waren auf diesem Kongreß durch Abgeordnete vertreten, um die Grüße und die Glückwünsche ihrer Länder der Heimat des modernen Schiffbaues, England, zu überbringen. Auch die Schiffbautechnische Gesellschaft hatte zum Zeichen ihres Dankes und ihrer Bewunderung für das, was die Institution of Naval Architects auf diesem Gebiete geleistet hat und heute noch leistet, eine Abordnung nach London entsandt, welcher vom Vorstand die Herren Geheimer Regierungsrat und Professor Busley, Präsident Achelis und Direktor Professor Pagel sowie außerdem die Herren Bürgermeister Dr. Max Predöhl, Geheimer Kommerzienrat Ziese, Geheimer Regierungsrat und Professor Flamm, Direktor Steinike, Professor Dr. ing. Gümbel, Professor Krainer, der Geschäftsführer Dr. Hochstetter und 15 andere Herren angehörten. Das Reichsmarineamt vertraten die Herren Geheimer Oberbaurat Hüllmann und Marineattaché Korvettenkapitän Widemann, die Marinesektion des k. u. k. österreichisch-ungarischen Kriegsministeriums die Herren Oberster Schiffbauingenieur Pitzinger und Maschinenbau-Oberingenieur F. Borowicka, während sich vom Verein Deutscher Ingenieure die Herren Direktor Sorge, Dr. ing. Diesel und Direktor Linde eingestellt hatten.

Die Festlichkeiten wurden am Montag Abend durch einen Empfang eingeleitet, welchen der Präsident der Institution, der Marquis of Bristol, und seine Gemahlin in der Royal United Service Institution, der ehrwürdigen britischen Ruhmeshalle, zu Ehren der Teilnehmer veranstalteten. Die Eröffnung des Kongresses vollzog am nächsten Morgen H. R. H. der Duke of Connaught in den Connaught Rooms. Unter rauschendem Beifall wurde der Versammlung

nachstehendes Glückwunschtelegramm bekannt gegeben, in welchem Seine Majestät der Kaiser des Tages zu gedenken die Gnade gehabt hatte:

His Royal Highness the Duke of Connaught, Connaught Rooms, Great Queen Street, London W. C.

Please forward my sincerest and warmest congratulations to the Members of the Institution of Naval Architects on the occasion of the Jubilee Meeting now held in London. May the Institution, of which I have the pleasure to be Honorary Member since 16 years, always remain what it has been, a powerful promoter of naval building and engineering, and serve to unite in friendly intercourse the prominent men of all countries who devote their time to the noble task of shipbuilding and engineering.

Die Antwort, welche der Marquis of Bristol in Verhinderung des Duke of Connaught nach Berlin sandte, lautete:

His Majesty the German Emperor, Berlin.

In Duke of Connaught's absence in Ireland I beg on behalf Institution of Naval Architects to convey our best thanks for your Majesty's gracious and cordial message congratulation on Jubilee of Institution. Thesemeetings will be memorable landmark in history of Naval Architecture, and will tend to strengthen existing bonds of friendship between representatives of all nations assembled here.

Marquis of Bristol,
President.

Nachdem Sir William H. White, der stellvertretende Ehrenpräsident des Kongresses, den Eröffnungsvortrag über „The history of the Institution of Naval Architects and of scientific education in Naval Architecture" beendet und nachdem die Delegierten der befreundeten amerikanischen und französischen Schwestergesellschaften ihre Glückwünsche dargebracht hatten, betrat unser Vorsitzender, Herr Geheimer Regierungsrat und Professor Busley, das Podium und überreichte die auf Seite 71 abgebildete, von der Schiffbautechnischen Gesellschaft als „a token of esteem" der Institution of Naval Architects gewidmete Bronzestatue mit folgender Ansprache:

My Lord, Ladies and Gentlemen:

His Royal Highness the Grand-Duke of Oldenburg, as Honorary President, and the council and members of the German Schiffbautechnische Gesellschaft have done me the honour of commissioning me to convey to the Institution of Naval Architects their most cordial congratulations on this jubilee, and to offer them this lasting work of our high admiration and appreciation.



The history of the Institution of Naval Architects is at the same time the history of naval construction and of the development of marine engineering during the past half century. Some of the papers read at the meetings of the Institution have inaugurated a new era in the construction both of ships and of marine engines. I may refer in particular to two the reputation of which is world-wide, the one on „Experiments with H. M. S. „Greyhound", read by William Froude in the year 1874, and another on „The triple Expansion Engines of the S. S. Aberdeen", read by



To the Institution of Naval Architects on its Jubilee 1911
as a token of esteem
from the
Schiffbautechnische Gesellschaft.



Alexander Kirk in the year 1882. I could easily cite many others which have similarly and justifiably created a sensation throughout the technical world.

Furthermore, the Institution of Naval Architects has in its organisation served as a model on which a number of institutions pursuing similar aims have been founded in other countries as Sir William White has carried out to-day in his paper.

These institutions have made it their task especially to foster the science of naval architecture and marine engineering, so that the merits accruing to them for the advancement of naval construction are traceable ultimately to the Institution of Naval Architects.

Great as is the value of the scientific papers and the ideal organisation of the Institution of Naval Architects, it is equalled by that of the regularly recurring annual meetings. These have for many years past been attended not only by all recognised authorities in the domain of English shipbuilding, by eminent English naval officers and English ship-owners, but also by many Non-English visitors, and these latter have always been received by their English colleagues with unfailing kindness and sympathy. This untroubled cordial relationship which has from the outset existed between the English and the Non-English members of the Institution has led to life-long friendships being formed by many of my own country men with the former.

I consider that the close intercourse and the mutual exchange of ideas among the naval Architects of the whole world thus promoted is one of the most valuable services rendered by the Institution of Naval Architects, and I conclude with the wish that this harmonious relationship may become ever more intimate to the advantage and benefit of all countries.“ (Lebhafter Beifall).

Auf diese Ansprache dankte der Marquis of Bristol den deutschen Vertretern mit folgenden Worten:

Ladies and gentlemen!

I am sure all those present would wish me at once to thank you on behalf not only of His Royal Highness, the Honorary President, but of myself and the Members of the Institution for this striking and beautiful model statue, which you have been so good as to present us with to-day. We shall treasure it as a gift of friendship from your great nation, with whom we have so many and such close ties. When first I saw a photograph of this model I could not help thinking of that grand figure that we saw at the first Jubilee, the Emperor Frederick, (the Crown Prince as he was at that time), in his magnificent white uniform, a fine soldier-like figure who showed out supreme even in that wonderful cavalcade of princes. We cannot help thinking also that we had the pleasure of giving to him his wife, the Princess-Royal of England, the mother of your present Emperor. We doubt not but that the Emperor Frederick was but a type of the thousands of other strong virile Germans who have raised the fleet of that nation to its present proud position. I am an Englishman, and an Englishman to the core, but in the face of such naval activity, in the face of such strength as we see exhibited here, I am proud that I was „made in Germany“, for I was born at the British Legation at Dresden. I only wish I had the power of speech that my honourable friend here has, and that I was able to address you in what I can honestly say is my native tongue:



but, as I left the country at a very early age, I am afraid I did not manage to aquire it.

Ladies and Gentlemen, there is no more popular figure in London than that of the Emperor William. We all admire his forceful and versatile nature, and we have it from him that the work which is being done for Germany by the originals of which that model is a specimen, is peaceful work. As a token of peaceful advancement, we accept that model with gratitude and with pleasure."

Ein gemeinsames Frühstück in den Connaught-Rooms, eine Besuch der Krönungsausstellung und ein Empfang im Hause Lord Brassey's, des früheren Präsidenten der Institution, beschlossen die Festlichkeiten des ersten Tages, denen noch in derselben Woche eine Reihe von weiteren glänzend gelungenen Veranstaltungen folgen sollte.

Die Vormittage waren stets wissenschaftlichen Vorträgen aus den verschiedensten Gebieten der Schiffbautechnik gewidmet. Insgesamt enthielt das Programm 21 Vorträge, zu denen jede Nation ein bis zwei, die Japaner vier Referenten bestellt hatten. Von deutscher Seite hatten sich auf Einladung die Herren Konsul Dr. ing. O. Schlick-Hamburg und Geheimer Regierungsrat und Professor O. Flamm-Charlottenburg liebenswürdigst erboten, über: Our Present Knowledge of the Vibration Phenomena on board of Steamers" und über: „The Scientific Study of Naval Architecture in Germany" in englischer Sprache vorzutragen.*) Leider war Herr Dr. ing. O. Schlick aus Gesundheitsrücksichten genötigt, dem Kongreß fernzubleiben und seine Arbeit verlesen zu lassen, aber der Beifall, den sein Vortrag gleichwie der des Herrn Geheimrat Flamm dem Zuhörerkreise entlockte, kann uns überzeugen, daß beide Leistungen mit wohlverdienter Anerkennung aufgenommen wurden.

Am 5. Juli folgten die Teilnehmer des Kongresses einer Einladung des National Physical Laboratory zur Eröffnungsfeier des National-Experimental-Tank, eines Versuchstanks, dessen Kosten ausschließlich durch private Beiträge gedeckt worden sind und um dessen Vollendung sich vor allem Herr A. F. Yarrow große Verdienste erworben hat. Da genauere Angaben über dieses neueste Bauwerk unseren Mitgliedern willkommen sein dürften, seien bei dieser Gelegenheit folgende Bemerkungen notiert:

Die Anlage besteht aus zwei Wasserbehältern, deren größerer aus Zement in einer Wandstärke von 0,61 bis 1,22 m besteht, mit folgenden Dimensionen:

Länge	167,75 m
Breite	9,15 „
Tiefe	3,74 „

*) Beide Vorträge sind im XVIII. und XIX. Kapitel dieses Jahrbuches als Beiträge abgedruckt.

Sie ist an ihrem nördlichen Ende mit einer Ausbuchtung versehen, welche den Zutritt und die Arbeit beim Experimentieren angenehm erleichtert. Am südlichen Teile besitzt sie Vorrichtungen, mit deren Hilfe die von den Modellen erzeugten Wellen eliminiert werden können. Die Paraffinmodelle, 4,27 m—6,10 m lang, werden von einem elektrisch angetriebenen Wagen mit einer von 0,305 m bis 7,63 m per Sekunde wechselnden Geschwindigkeit gezogen. Der kleinere Tank mißt:

in der Länge	19,22 m
„ „ Breite	1,53 „
„ „ Wassertiefe	0,99 „

und ist gleichfalls mit allen modernen Hilfsapparaten, insbesondere mit einer Rotationspumpe zur Erzeugung strömenden Wassers, ausgerüstet.

Von den sorgfältigst vorbereiteten und glanzvoll durchgeführten gesellschaftlichen Veranstaltungen seien vor allem die beiden von Lloyds Register of British and Foreign Shipping gegebenen Frühstücke, ferner ein großes Festkonzert in der Queens Hall, die Empfänge beim amerikanischen und deutschen Botschafter, ein Dampferausflug themseabwärts und schließlich ein von der englischen Regierung den Mitgliedern und Gästen der Institution gegebenes Festmahl im Savoy Hotel erwähnt. Ihren Höhepunkt erreichten die Festlichkeiten mit dem am 6. Juli den ausländischen Delegierten und Repräsentanten gegebenen Jubiläumsbankett, welches wohl wie noch nie zuvor die namhaftesten Schiffbauer aller Nationen in Freude und Eintracht vereinte. Auf das vom englischen Unterrichtsminister, The Right Hon. Walter Runciman, M. P., den fremdländischen Gästen ausgebrachte Hoch erwiderte unter anderen Herr Geheimer Oberbaurat Hüllmann für seine Landsleute mit folgendem in deutscher Sprache ausgebrachten Toast:

My Lords, Ladies and Gentlemen:

Den für mich so ehrenvollen Auftrag, den Dank der deutschen Gäste auszusprechen für den herzlichen, unsere Erwartungen weit übertreffenden, so überaus gastfreien Empfang, habe ich bereitwillig übernommen, weil dieser Dank nicht nur mir, sondern allen meinen deutschen Landsleuten von Herzen kommt.

Unser Dankesgefühl gegen Sie sitzt aber tiefer. Wir sind mit größter Freude hierhergekommen, um Ihr Jubiläum mitzufeiern, um die noch lebenden Träger der im Schiffbau auch bei uns so hochberühmten Namen, beginnend mit Ihrem ältesten Mitgliede Sir Nathaniel Barnaby, kennen zu lernen, um ihnen unsere Hochachtung auszusprechen, um alte Beziehungen zu festigen, womöglich neue anzuknüpfen, vor allem aber, um durch unser Kommen dem Danke Ausdruck zu geben für alles das, was England für uns auf dem Gebiete des Schiffbaues war und noch ist.

Vor 50 Jahren stand der Schiffbau in Deutschland noch auf einer sehr niedrigen Stufe, und als der Fortschritt zwang, zu einem neuen Baumaterial, zum Eisen überzugehen, als der Dampf sich mehr und mehr aufdrängte, da ist England der Lehrmeister gewesen für viele Deutsche. Unsere Landsleute sind damals in Ihr



schönes Land gekommen, um von Ihnen zu lernen, und alle die vielen, denen es dabei vergönnt gewesen ist, persönliche Freundschaften zu schließen, denken noch heute mit Stolz und Freude an diese Zeit zurück.

Wir Jüngeren haben zwar wieder von unseren Vorgängern gelernt, aber wir vergessen nicht, daß in Wirklichkeit England auch unser Lehrmeister gewesen ist, und ich bekenne diese Tatsache freudig von ganzem Herzen vor den Vertretern des Schiffbaues aus allen Ländern der Erde. Noch heute bilden die 50 Bände Ihrer Transactions für uns eine Fundgrube des Wissens über viele Probleme. Wir greifen nicht selten auf sie zurück, wenn schwierige Fragen an uns herantreten; und wenn auch die Form, in der dies geschieht, im Laufe der Zeit eine andere geworden ist, so ist doch der Kern derselbe geblieben.

And if we from the other shore of the German Sea have now been successful in designing and constructing ships, both mercantile and marine, ships which are deemed good enough to be spoken of by the experienced naval experts of this country, you are in a full right to say: if they can do so, they have learnt it from us.

And to sum up what I think and all my German friends too, I may be allowed to express my feelings of admiration for the splendid work done by the members of this Institution, and the feelings of gratitude for the magnificent reception given in these days to all the official representatives as well as to the private guests from Germany and to myself by the Institution of Naval Architects, of which to be a member I am so proud."

Rauschendes Händeklatschen und Bravorufen beschloß diese wiederholt von beifälligem „hear, hear" unterbrochenen Ausführungen des amtlichen deutschen Vertreters und bestärkten aufs neue den immer wieder in diesen Tagen gewonnenen Eindruck, daß die Leistungen und Fortschritte der deutschen Schiffbauindustrie sich nirgends höhere Anerkennung erworben haben als gerade in England.

Mit dem Besuch des Königlichen Schlosses in Windsor endeten diese schönen und denkwürdigen Festtage, nachdem Tags zuvor auch das umfangreiche wissenschaftliche Programm mit dem letzten 21. Vortrag erschöpft war. Eine Fülle unauslöschlicher Erinnerungen, tiefes Dankgefühl für die genossene englische Gastfreundschaft sind allen geblieben, denen dies Jubiläum mitzufeiern vergönnt war.

VII. Bericht über die dreizehnte ordentliche Hauptversammlung

am 23., 24. und 25. November 1911.

Die dreizehnte ordentliche Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft, welche unter dem Ehrenvorsitz Seiner Königlichen Hoheit des Großherzogs von Oldenburg am 23. November in der Aula der Königlichen Technischen Hochschule zu Charlottenburg eröffnet wurde, ragte durch eine ungewöhnlich starke Beteiligung unter ihren Vorgängern hervor. Kaum weniger als 1000 Herren, welche zeitweise nur mit Mühe in der Aula Platz finden konnten, waren der Einladung gefolgt, um den Darbietungen einer mit acht interessanten Vorträgen besetzten Tagesordnung zu lauschen.

Erster Tag.

Vor Eintritt in die wissenschaftlichen Verhandlungen gab Seine Königliche Hoheit der Ehrenvorsitzende der Versammlung das nachstehende Telegramm bekannt, in welchem Seine Majestät der Kaiser des Tages zu gedenken die Gnade gehabt hatte:

An den Vorsitzenden der Schiffbautechnischen Gesellschaft

Technische Hochschule Charlottenburg.

Ich sende den versammelten Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft meine aufrichtigsten Wünsche für eine den Zweck der Gesellschaft fördernde Tagung. Über die einzelnen Vorträge und die anschließende Diskussion werde ich mir Vortrag erstatten lassen.

Wilhelm, I. R.

Unter dem Beifall aller Anwesenden drahtete der höchste Ehrenvorsitzende folgende Antwort an unseren Allerhöchsten Protektor:



An des Kaisers Majestät

Donaueschingen.

Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät danken die zur Hauptversammlung in Berlin eingetroffenen Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft für das allergnädigste Telegramm und knüpfen hieran die alleruntertänigste Bitte, Euere Majestät möchten der Gesellschaft auch weiterhin die allerhöchste Huld bewahren.

Friedrich August,
Großherzog von Oldenburg.

Darauf verkündete Seine Königliche Hoheit der Großherzog den einstimmig gefaßten Beschluß des Vorstandes, die Herren Geo Plate, Präsident des Norddeutschen Lloyd, und Albert Ballin, Vorsitzenden des Direktoriums der Hamburg-Amerika Linie, wegen ihrer hervorragenden Verdienste um die Förderung des deutschen Schiffbaues zu Ehrenmitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu ernennen. Freudige Zustimmung von allen Seiten begleitete die Worte, mit denen Seine Königliche Hoheit dem Herrn Präsidenten Plate das von Herrn Professor H. Bohrdt künstlerisch ausgeführte Ehrendiplom überreichte. In herzlichen Worten erstattete das neue Ehrenmitglied seinen Dank, den Herr Generaldirektor Ballin, welcher wegen dringender Geschäfte der Hauptversammlung leider fernbleiben mußte, telegraphisch übermittelt hatte.

Sodann ergriff Herr Direktor H. Bredow, der Leiter der Telefunkengesellschaft in Berlin, das Wort zu seinem Vortrag über: „Drahtlose Telegraphie mit besonderer Berücksichtigung von Schiffsinstallationen“. Der Vortragende verweilte bei den glänzenden Erfolgen der deutschen Funkentelegraphie, berichtete, daß die drahtlose Verbindung zwischen Deutschland und seinen Kolonien mit Hilfe des in Nauen errichteten 200 m hohen Eisenturms binnen kurzem zu erwarten sein würde, und erntete reichen Beifall für seine in schiffahrttechnischer Hinsicht bedeutsamen, von einem zahlreichen Bildermaterial gut unterstützten Ausführungen.

Nach ihm behandelte Herr Professor Romberg-Charlottenburg in seinem Vortrag über den „Ölmotor im deutschen Seefischereibetrieb“ die außerordentlich wichtige und zeitgemäße Frage der brauchbaren Seefischereimotore und erörterte mit Rücksicht auf die bisherigen Betriebserfahrungen die an diese Triebmittel zu stellenden Anforderungen an Hand einer langen Reihe von Beispielen. Eine rege Diskussion führten seine Ausführungen herbei, in der sich die Herren Geheimrat Professor Flamm, Ingenieur von Essen, Direktor Saiuberlich und Geheimrat Rose hervortaten.



Vor dichtbesetztem Auditorium hielt darauf Herr Professor Junkers-Aachen seinen mit Spannung erwarteten Vortrag über: „Studien und experimentelle Arbeiten zur Konstruktion meines Großölmotors“. In streng wissenschaftlich gehaltenen, überzeugend wirkenden Ausführungen schilderte Herr Professor Junkers die Ergebnisse seiner auf breitester Basis unternommenen Versuche, ihre praktische Nutzanwendung sowie die Hauptgesichtspunkte für die konstruktive Gestaltung seines Systems. Den Schluß bildeten interessante Erläuterungen zu einem Vergleich zwischen doppelt- und einfachwirkenden Dieselmotoren.

Die nachfolgende Diskussion hielt sich auf bemerkenswerter Höhe und wird den Herren Vortragenden überzeugt haben, welchen tiefen Eindruck seine Auseinandersetzungen auf die Versammlung hinterließen. Nicht weniger als acht Herren beteiligten sich an der Besprechung und gaben dem Vortrag nach mancher Richtung hin noch wertvolle Ergänzungen.

Einen vollen Erfolg erzielte auch Herr Professor Josse-Charlottenburg, der unter dem Titel: „Neue Versuche über Strömungsvorgänge und ihre praktische Anwendung bei Dampfturbinen, Kondensationen und Kälteerzeugung“ mit den Ergebnissen langjähriger wissenschaftlicher Forschungen an die Öffentlichkeit trat. Namentlich die für Bordzwecke geeignete Ausnutzung der Strömungsenergie von Dampf- und Wasserstrahlen zum Absaugen und Komprimieren von Gasen und Dämpfen sowie deren Anwendung auf Kondensationsanlagen und Kältemaschinen fanden bei den anwesenden Schiffbauern gebührende Beachtung.

Den Beschluß des Tages bildete ein Festessen im Marmorsaale des Hauptrestaurants „Zoologischer Garten“, an welchem 425 Herren teilnahmen und Herr Baurat Max Krause-Berlin nach dem von Seiner Königlichen Hoheit dem Ehrenvorsitzenden ausgebrachten Kaisertoast folgende bemerkenswerte Rede hielt:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren!

Der geheiligte Brauch der Schiffbautechnischen Gesellschaft verlangt zwar für gewöhnlich, daß wir außer dem Trinkspruch auf Seine Majestät, unseren Allergnädigsten Protektor, keine weiteren Tischreden halten. Aber die Umstände verändern die Gebräuche. Wir alle wissen, daß wir in den letzten Wochen in Deutschland schwere Stunden durchlebt haben. Die Aufklärungen, welche das Auswärtige Amt nach den heutigen Zeitungen nunmehr endlich veröffentlicht, haben in weiten Kreisen befreiend gewirkt, und so sei es auch uns heute gestattet, in dieser Tafelrunde dem Gefühl der Befreiung Ausdruck zu verleihen.



In all den Tagen, wo schwere Sorgen uns bedrückten, klang es immer wieder hindurch, als das Schlußwort aller gutgesinnten deutschen Männer: „Baut Schiffe!" und das ist ein Wunsch, den wir in der Schiffbautechnischen Gesellschaft nicht kräftig genug bestätigen können. Heute, nachdem der Alp von uns genommen ist, wollen wir freudig und vor aller Welt bezeugen: „Das ganze deutsche Volk und vor allem sein Reichstag muß eine große Schiffbautechnische Gesellschaft werden!" Gerade jetzt, wo wir ja mit unseren Vettern und unseren Nachbarn in reinster Freundschaft leben, können wir unbesorgt an die Ausführung unserer Pläne gehen, und es wird zweckmäßig sein, nicht solange zu warten, bis man von jener Seite wieder unberechtigte Kritik an unser Vorgehen knüpft.

Nach den Vorträgen, die uns heute vormittag (von 9 bis 4 Uhr!) gehalten worden sind, müßten wir annehmen, daß es zweckmäßig wäre, die neuen Schiffe sämtlich mit Junkers'schen Ölmotoren auszurüsten; doch die Diskussion hat gezeigt, daß diese Frage noch nicht völlig geklärt ist. Dem einen waren die stehenden Junkersmotoren zu hoch, dem anderen die liegenden zu lang, und ich schlage vor, daß wir nicht erst bis zur endgültigen Lösung dieser Streitfrage warten, sondern bis dahin ruhig nach den bisherigen bewährten Prinzipien weiter bauen.

Die herrlichen Worte, die nach dem heutigen Vortrage des Herrn Professor Romberg König Eduard VII. über die mannhaften Tugenden der englischen Schiffer gesprochen hat, haben uns angemutet, als ob sie auch für unsere deutschen Schiffer und vor allem für unsere deutsche Marine volle Geltung haben. Und der Überzeugung wollen wir an dieser Stelle heute Ausdruck verleihen: auch wenn in diesem Augenblicke Seine Majestät der Kaiser unsere Flotte mobil macht, noch ehe wir weitere Schiffe gebaut haben, unsere herrliche deutsche Marine, sie würde ihren Mann stehen und unser Vaterland vor jedem Feind zur See beschirmen! Und darum schlage ich vor, daß wir in diesem Sachverständigenkreise heute unserem freudigen und unbergrenzten Vertrauen auf die uns von unserem Kaiser geschaffene deutsche Marine Ausdruck verleihen, indem wir einstimmen in den Ruf:

> Die Kaiserliche Marine, die starke Beschützerin unseres teueren deutschen Vaterlandes, soll kräftig wachsen, blühen und gedeihen! Sie lebe hoch! (Stürmischer Beifall.)

Zweiter Tag.

Der zweite Tag begann wie üblich mit der geschäftlichen Sitzung, über deren Verlauf das auf Seite 82 wiedergegebene Protokoll Auskunft gibt.

Als erster Redner begann Herr Direktor M. Walter-Bremen mit seinem Vortrag: „Einfluß der Drehrichtung der Schrauben bei Doppelschraubendampfern auf die Steuerfähigkeit bei stilliegendem Schiff". Besonderer Dank gebührt diesem Herrn, weil er sich mit Rücksicht auf eine über dasselbe Thema bereits vor Jahren erfolgte Veröffentlichung des amerikanischen Schiffskonstrukteurs Taylor im „Scientific American" nur zögernd zu diesem Vortrag entschlossen hatte. Die Übereinstimmung indessen seiner auf eigenen Forschungen beruhenden Resultate mit den von Taylor erzielten Ergebnissen dürfte den Wert seines Vortrages für



die Wissenschaft und Praxis nur verdoppeln, wie auch die eifrige Diskussion bezeugt, zu der sich die Herren Geheimrat Professor Busley, Oberingenieur Rosenberg, Geheimrat Professor Flamm, Professor Dr. Ahlborn und Dr.-Ing. Kempf das Wort erbaten.

Den zweiten Vortrag hielt Herr Oberingenieur Dr. Wagner-Stettin über: „Praktische Ergebnisse mit Gegenpropellern". Unter Bezugnahme auf die Unvollkommenheiten der Schiffsschraubenwirkung schilderte Herr Dr. Wagner die Vorzüge des von ihm konstruierten und an mehreren kleinen Fahrzeugen praktisch bewährten Gegenpropellers, der vielleicht auch für Kanalschiffe und Luftfahrzeuge Bedeutung gewinnen kann. Die Diskussion, in welcher die Herren Geheimrat Professor Flamm, Oberingenieur Bauer, Dr.-Ing. Bendemann und Direktor Eggers zu Worte kamen, ergab teils zustimmende, teils gegnerische Beurteilung dieser Erfindung.

Freundliche Aufnahme fand auch der von Herrn Ingenieur Holzwarth-Mannheim an Hand zahlreicher Lichtbilder gehaltene Vortrag über eine 1000 PS. „Gasturbine", die nach seinen Angaben und Patenten mit Unterstützung des Herrn Kommerzienrat E. Junghans-Schramberg von der Brown Boveri A.-G. erbaut worden ist. Theoretische Gesichtspunkte, Versuchsergebnisse, Vergleiche mit der Gaskolbenmaschine und Entwürfe für Kriegs- und Handelsschiffe illustrierten die Zukunftsaussichten dieser Konstruktion, deren Bekanntgabe die Zuhörerschaft mit sichtlichem Wohlwollen belohnte.

Den Schluß der Vortragsreihe bildete die Vorführung eines neuen „elektrischen Torsionsindikators" durch Herrn Ingenieur Fritz Lux-Lugwigshafen a. Rh., dem die Technik schon mehrere wertvolle Erfindungen zu verdanken hat. Der Umstand, daß sich keine Diskussion an diesen Vortrag knüpfte, kann die Hoffnung stützen, daß hier eine brauchbare Lösung dieses vielfach bearbeiteten Problems gefunden ist.

Dritter Tag.

Der dritte Tag war einer Besichtigung der Fabrikanlagen der Neuen Automobil-Gesellschaft in Ober-Schöneweide bei Berlin gewidmet, zu welcher die Leitung dieses Unternehmens, die Herren Direktor Gossi und Direktor Wolf, in liebenswürdigster Weise unsere Mitglieder eingeladen hatten. Vormittags um 9,45 Uhr fuhren die Teilnehmer in bereitgestellten elektrischen Straßenbahnwagen nach der Fabrik, deren muster-



gültige Einrichtungen im XX. Kapitel dieses Bandes ausführlich beschrieben sind. Mit diesem Ausflug war ein flüchtiger Besuch des in unmittelbarer Nachbarschaft gelegenen Kabelwerkes der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft verbunden, der vielen Herren, welche das Kabelwerk bei einem früheren Besuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft im Jahre 1899 noch nicht gesehen hatten, willkommen war. Ein glänzendes Frühstück, auf welchem Herr Professor Klingenberg-Berlin die Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft begrüßte und Herr Geheimrat Professor Busley in deren Namen für die ungewöhnlich gastfreie Aufnahme dankte, beschloß die Exkursion, an der sich 223 Personen beteiligt hatten.

VIII. Protokoll

über die geschäftliche Sitzung der dreizehnten ordentlichen Hauptversammlung am Freitag, den 24. November 1911.

Entsprechend dem § 23 der Satzung enthielt die Tagesordnung folgende 7 Punkte:

1. Vorlage des Jahresberichtes.
2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des geschäftsführenden Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1910.
3. Bekanntgabe der Namen der neuen Gesellschaftsmitglieder.
4. Ergänzungswahlen des Vorstandes. Es sind zu wählen: Ein fachmännischer und zwei nichtfachmännische Beisitzer.
5. Wahl der Rechnungsprüfer für das Jahr 1911.
6. Sommerversammlung 1912.
7. Sonstiges.

Getagt wurde unter dem Vorsitz des Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Busley und in Gegenwart von etwa 100 Gesellschaftsmitgliedern, die sich allmählich eingefunden hatten.

1. Nach der Eröffnung der Sitzung durch den Vorsitzenden genehmigt die Versammlung den mit den Vortragsheften bereits in der vorigen Woche versandten Geschäftsbericht 1911. Auf seine Verlesung wird verzichtet.

Darauf erstattet Herr Rechtsanwalt Dr. Vielhaben den Bericht der Rechnungsprüfer für das Jahr 1910 und empfiehlt die Entlastung des geschäftsführenden Vorstandes, welche einstimmig genehmigt wird.

3. Da die Bekanntgabe der bis zur Drucklegung des Geschäftsberichtes vollzogenen Veränderungen der Mitgliederliste bereits im Geschäftsbericht erfolgt ist, verzichtet die Versammlung auf die nochmalige Verlesung. Der Geschäftsführer bringt nur die Namen der noch nicht veröffentlichten Beitritte, Austritte und Todesfälle zur Verlesung. Zum Andenken an die Verstorbenen erhebt sich die Versammlung von ihren Sitzen.



4. Zur Neuwahl stehen laut Tagesordnung ein fachmännischer und zwei nichtfachmännische Beisitzer. Die Herren Zivilingenieur Leyde-Berlin und Kontreadmiral Thiele-Bremen bringen die Wiederwahl der bisherigen Vorstandsmitglieder in Anregung. Ohne Widerspruch und auf einstimmigen Beschluß aller Anwesenden erfolgt die Wiederwahl des Herrn Geheimen Regierungsrat und Professor Busley als fachmännischen Beisitzers und der Herren Präsident Achelis und Direktor Dr.-Ing. Gillhausen als nichtfachmännische Beisitzer. Die gewählten Herren nehmen die Wahl dankend an.

5. Der bisherige Rechnungsprüfer, Herr Rechtsanwalt Dr. Vielhaben, wird von der Versammlung ebenfalls einstimmig wiedergewählt. Für den am 25. April verstorbenen Rechnungsprüfer Herrn Direktor B. Masing wählt die Versammlung Herrn Direktor Blümcke-Mannheim. Beide Herren erklären sich mit der Wahl einverstanden.

6. Für die Sommerversammlung 1912 gibt der Vorsitzende in großen Zügen das Programm bekannt, welchem die Versammlung ihre Zustimmung erteilt.

7. Da keine Anträge von seiten der Mitglieder eingelaufen sind, schließt der Vorsitzende die Sitzung um 9 Uhr 45 Minuten.

Charlottenburg, den 24. November 1911.

gez. Busley, Vorsitzender.	gez. Hochstetter, Schriftführer.



IX. Unsere Toten.

Auch in diesem Jahre hat der Tod in unserer Mitte wieder reichliche Ernte gehalten. Zu Ehren der Verstorbenen bringen wir nachstehend die Nekrologe, die wir mit Unterstützung der Hinterbliebenen über folgende Toten erlangen konnten:

1. Herr W. Jahn, Direktor, Düsseldorf, gestorben am 10. Januar.
2. Herr Otto Pekrun, Fabrikdirektor, Coswig, gestorben am 22. Januar.
3. Herr J. Radmann, Schiffbauingenieur, Gr. Flottbeck, gestorben am 18. März.
4. Herr Robert Pohl, Glücksburg a. Ostsee, gestorben am 31. März.
5. Herr H. Palmié, Kommerzienrat, Dresden, gestorben am 21. April.
6. Herr Berthold Masing, Direktor, Dresden, gestorben am 25. April.
7. Herr Rudolf Martens, Marinebaurat, Berlin, gestorben am 28. April.
8. Herr Adolf Woermann, Reeder und Kaufmann, Hamburg, gestorben am 4. Mai.
9. Herr H. Langreuter, Lloydkapitän, Bremerhaven, gestorben am 4. Mai.
10. Herr Otto Knaudt, Hüttendirektor, Essen, gestorben am 25. Mai.
11. Herr E. Polte, Kommerzienrat, Magdeburg, gestorben am 27. Mai.
12. Herr Adam Sichmund, Dipl.-Ing., Elbing, gestorben am 5. Juni.
13. Herr Karl Ihlder, Ingenieur, Bremerhaven, gestorben am 24. Juni.
14. Herr J. N. Trost, Schiffbaudirektor, Harburg, gestorben am 8. Juli.
15. Herr K. H. Merk, Ingenieur, Rostow am Don, gestorben am 20. Juli.
16. Herr Karl Riensberg, Direktor, Benrath, gestorben am 15. August.
17. Herr Fr. W. Selck, Kommerzienrat, Flensburg, gestorben am 21. Oktober.
18. Herr Ed. Borgstede, Königlicher Baurat und Schiffbaudirektor a. D., Elbing, gestorben am 16. Oktober.

W. JAHN

wurde in Berlin am 3. Dezember 1854 geboren und genoß auf der Friedrich Werderschen Gewerbeschule seine erste Ausbildung. Drei Jahre lang war er Kaufmannslehrling bei der Märkisch-Schlesischen Maschinenbau- und Hütten-A.-G., wo er bis Oktober 1882 als erster Buchhalter tätig war. Ein Stellungswechsel führte ihn nach Kiel zur Schiffs- und Maschinenbau-A.-G. ,,Germania", wo er die kaufmännische Leitung sowie die Leitung des Fährbetriebes zwischen Gaarden und Kiel in Händen hatte. Nach fünfjähriger Tätigkeit vertauschte er diesen Posten mit einem ähnlichen bei der Schiffswerft von Blohm & Voß in Hamburg, wo indessen seines Bleibens nicht lange war. Schon im folgenden Jahre 1889 übersiedelte er wieder nach Berlin und bekleidete von nun ab bis zu seinem Lebensende die Stellung eines kaufmännischen Direktors bei der Firma Heinrich Lehmann & Co. in Berlin-Reinickendorf. Mit der Verlegung des Hauptgeschäftes dieser Firma nach Düsseldorf-Oberbilk wechselte auch W. Jahn seinen Wohnsitz und leitete dort seit dem Jahre 1894 die Firma als kaufmännischer Direktor.

Ein Herzschlag, hervorgerufen durch Capillar-Bronchitis, bereitete seinem Schaffen in Ems, wo er zur Kur weilte, ein frühzeitiges, jähes Ende. Er starb im 56. Lebensjahre.

OTTO PEKRUN

wurde im Jahre 1850 in Dresden geboren. Er ist ein Autodidakt seines Faches gewesen. Nach einer durch lange Krankheit getrübten Jugend erhielt er seine praktische Ausbildung in einer altbewährten Mechanikerwerkstatt Dresdens. Anfang der 70 er Jahre machte er sich selbständig und betrieb die Fabrikation von Werkzeugmaschinen, speziell für die Nähmaschinenindustrie. Seiner außergewöhnlichen Erfindergabe verdankt die Nähmaschinenfabrikation eine große Anzahl neuartiger Arbeitsmaschinen. Insbesondere hat Otto Pekrun das Vor- und Nachfräsverfahren für die Nähmaschinenfabrikation und für andere Massenartikel gründlich durchgebildet.

Auch auf anderen Gebieten betätigte Otto Pekrun sein erfinderisches Talent. Er verbesserte die Drahthefterei für Bücher sowie die Blechecken- und Drahtecken-Hefterei für Kartons. Für die Ausbildung der hierzu nötigen Spezialmaschinen bot sich seiner reichen konstruktiven Begabung ein weites Feld. Eine wesentliche Verbesserung der Schneckengetriebe, deren niedriger Nutzeffekt für seine Werkzeugmaschinen besonders hinderlich war, ist ihm zu verdanken. Durch die Ausbildung der durch Reuleau bekannt gewordenen Globoïdschnecken mit Schneckenrädern, deren Zähne aus Rollen bestehen, hat er ein Getriebe geschaffen, welches

die bis dahin bekannten Nutzeffekte weit hinter sich ließ. Der Ausbildung dieser Konstruktion waren seine letzten Lebensjahre gewidmet. Die nach ihrem Erfinder genannten „Pekrungetriebe“ haben sich in den verschiedensten Zweigen der Industrie, für den Antrieb aller Arten von Arbeitsmaschinen, für Windwerke oder für Automobile zum Antrieb der Hinterradachsen guten Eingang verschafft.

Die Früchte seiner Begabung und unermüdlichen Arbeitskraft hat Otto Pekrun leider nicht in dem Maße genießen können, wie es ihm eigentlich zu gönnen gewesen wäre. Geschäftliche Rückschläge brachten ihm mehrmals schwere Verluste, die er jedoch immer wieder geschickt auszugleichen verstand, so daß ihm in seinem letzten Lebensjahre bessere Erfolge winkten. Leider war es ihm nicht beschieden, diese lange zu überleben. Mitten aus seiner Tätigkeit wurde er am 22. Januar 1911 durch den Tod abgerufen.

J. RADMANN

wurde am 24. Juni 1867 in Stettin geboren, besuchte bis Untertertia die Ückermünder Stadtschule, dann die Rathenower Schule bis Obersekunda und kam zuletzt in die Prima der Friedrich Wilhelm-Realschule in Stettin, die er mit dem Zeugnis der Reife verließ. Das Studium des Schiffbaues begann er an der Technischen Hochschule zu Berlin, die praktische Ausbildung empfing er während seiner Studienzeit auf der Werft des Stettiner Vulkan. Nach Ableistung seiner Militärpflicht als Einjährig-Freiwilliger im pommerschen Fußartillerieregiment Nr. 2, dem er später auch als Reserveoffizier angehörte, kam J. Radmann auf die Werft der Gebrüder Sachsenberg A. G., um diese Stellung nach vorübergehender Tätigkeit beim Vulkan in Stettin mit der eines Betriebsleiters der Klawitterschen Schiffswerft in Danzig zu vertauschen. Im Frühjahr 1904 zog er nach Hamburg, um dort fortab als Zivilingenieur zu wirken. Er starb am 18. März 1911 an den Folgen einer Darmoperation.

ROBERT POHL

wurde in Insterburg am 22. Januar 1846 als Sohn des Amtsrichters Robert Pohl geboren. Nach Besuch des Gymnasiums und der Provinzial-Gewerbeschule in Danzig, die er 1867 mit dem Reifezeugnis verließ, arbeitete er 2 Jahre lang praktisch zuerst in der Maschinenfabrik von A. Dingler in Gumbinnen und dann bei F. Wöhlert in Berlin. Diese praktische Ausbildnug, auf die er stets außerordentlichen Wert legte, ergänzte er später noch durch Fahrten als Maschinistenaspirant auf Dampfern der „Koninklijke Nederlandsche Stoomboot Maat-

schappy" in Amsterdam. Seit 1867 studierte er auf der Königlichen Gewerbe-Akademie in Berlin bis zum Ausbruch des deutsch-französischen Krieges 1870/71, den er als Freiwilliger bei der Maschinenkompagnie der Königlichen Marine mitmachte.

Da die pekuniären Mittel Robert Pohl nach Beendigung des Krieges keinen Abschluß seines Studiums erlaubten, ging er 1871 nach Schottland, wo er nach vorübergehender Tätigkeit in einer Lokomotivfabrik bald auf verschiedenen Werften an der Clyde lohnende und fachwissenschaftlich befriedigende Stellungen fand. Im Jahre 1878 kehrte er nach Deutschland zurück, um die Erfahrungen seiner siebenjährigen Tätigkeit an den damals im Schiffbau führenden schottischen Werften in Deutschland zu verwerten. Ein Unfall aber warf ihn zehn Monate lang auf das Krankenlager. Wiederhergestellt wandte sich Pohl nach Hamburg und trat am 11. Juni 1879 in den Dienst des Reeders C. Woermann, um den Bau des ersten Dampfers — die Firma Woermann besaß bis dahin nur Segelschiffe — zu beaufsichtigen. Neben dieser anfangs bescheidenen Tätigkeit — der Kontrakt sah nur täglich einen Besuch auf der Werft und wöchentlich einen Besuch auf dem Woermannschen Kontor vor — erhielt Pohl im Jahre 1880 eine Anstellung beim „Bureau Veritas", wurde später Sachverständiger der Seemaschinisten-Prüfungskommission, desgleichen im Seeamt und in der Handelskammer, bekleidete von 1881—1886 die Stellung eines Oberingenieurs bei der Hamburg-Amerika Linie und seit Mitte der 1890er Jahre auch bei der Deutschen Ostafrika Linie. Hier sowie bei der Woermann Linie lag fortab der Schwerpunkt seiner Tätigkeit, die er viele Jahre hindurch ausübte.

Am 11. Juni 1904 beging er sein 25 jähriges Dienstjubiläum im Hause C. Woermann, ein Tag, der sich für alle seine Freunde und Verwandten zu einer erhebenden Feier gestaltete.

Im folgenden Jahre zeigten sich bei ihm die ersten Symptome abnehmender Gesundheit. Dem Drängen seiner Angehörigen nachgebend, zog er sich aus dem Dienste zurück und überließ seine Stellung Herrn Professor Dieckhoff von der Technischen Hochschule zu Charlottenburg. Die folgenden Ruhejahre genoß Pohl im Kreise seiner Familie in ungestörter Harmonie, zuletzt auf seinem neu erworbenen ländlichen Grundbesitz in Glücksburg an der Ostsee.

Ein beneidenswerter Humor, die gänzliche Unkenntnis des Begriffs „Langeweile" halfen ihm über alle Beschwerden hinweg, die ein allmählich sich ausbildendes Herzleiden mit sich brachte. Am 31. März verschied er lautlos ohne jeden Kampf, vom Herzschlag getroffen. Ein Siechtum, das die Natur seines Leidens befürchten ließ, ist ihm erspart geblieben.

HENRY PALMIÉ

wurde am 1. Mai 1844 in Merseburg geboren. Er erhielt dort sowie in Kloster-Donndorf (Thüringen) seine Schulbildung und absolvierte alsdann seine kaufmännische Lehrzeit bei der Hüneschen Buntpapierfabrik in Merseburg. Im Jahre 1865 ging er nach Annaberg zu der damals sehr bedeutenden, inzwischen erloschenen Firma Eisenstuck & Co., einer Handlung in Posamenten und Spitzen. Seinen Bemühungen verdankte diese Firma die Aufnahme der Handschuhfabrikation. In seinem Annaberger Wirkungskreise führten ihn seine Geschäfte wiederholt auf weite Reisen nach Italien, England und Frankreich. Im Jahre 1875 trat er eine Stellung an bei dem angesehenen Dresdner Bankhause Günther & Rudolph, wo es ihm in kurzer Zeit gelang, sich das Vertrauen seiner Vorgesetzten zu erwerben, so daß er am 1. Januar 1881 als Mitinhaber aufgenommen wurde. Bis zum 31. Dezember 1902, zu welchem Zeitpunkt die Geschäfte der Firma Günther & Rudolph durch die Allgemeine Deutsche Credit-Anstalt in Leipzig übernommen wurden, blieb er Mitinhaber des genannten Bankhauses und hatte in dieser Stellung in hervorragendem Maße Gelegenheit, die industrielle Entwicklung des Königreiches Sachsen zu fördern. Er gehörte infolgedessen der Verwaltung zahlreicher sächsischer und außersächsischer Aktiengesellschaften als Vorsitzender oder als Mitglied des Aufsichtsrates an, z. B. der Baubank für die Residenzstadt Dresden, der Dresdner Gardinen- und Spitzen-Manufaktur A. G., der Sächsischen Cartonnagen Maschinen A.-G., der Dresdner Dynamitfabrik, der Zittauer Maschinenfabrik und Eisengießerei A. G., der ehemaligen Deutschen Straßenbahngesellschaft, der Allgemeinen Deutschen Credit-Anstalt, der Sächsischen Bank, dem Norddeutschen Lloyd, der Porzellanfabrik Kahla und Kloster Veilsdorf und der National Aktien-Bierbrauerei Braunschweig. Im Jahre 1894 wurde er zum Königlich Großbritannischen Konsul und im Jahre 1897 zum Königlich Sächsischen Kommerzienrat ernannt. An Ordensauszeichnungen besaß er das Ritterkreuz 1. Klasse des Königlich Sächsischen Albrecht-Ordens, die silberne Königlich Sächsische Königin-Carola-Medaille sowie den Haus- und Verdienst-Orden des Herzogs Peter Friedrich Ludwig von Oldenburg. Er starb am 21. April 1911.

BERTHOLD MASING.

Berthold Masing wurde am 3. Oktober 1849 in Mustel geboren, einem Dorfe auf der Insel Ösel (Gouvernement Livland, Rußland), wo sein Vater Pastor war. Er entstammte einer rein deutschen Familie und mußte sein Russisch auf der Schulbank lernen. Unter der esthnischen Bevölkerung wuchs er auf dem Lande,



nahe der Meeresküste auf. Zeitlebens hat er das Landleben und die Landarbeit sehr geliebt, noch mehr aber das Meer, und es war seit seiner Knabenzeit sein glühender Wunsch, Seemann zu werden.

Anfangs besuchte er das Gymnasium von Arensburg, der Hauptstadt von Ösel, und später, als sein Vater nach Petersburg gerufen wurde, eine der deutschen Kirchenschulen daselbst, beides humanistische Gymnasien. Da der Vater sich seinen auf die Seemannslaufbahn gerichteten Wünschen widersetzte und verlangte, daß der Sohn studieren solle, entschloß sich dieser zum Studium des Schiffsmaschinenbaues, um wenigstens auf diese Weise mit dem, was ihm am liebsten war, in Verbindung zu bleiben. Er studierte zunächst in Petersburg und ging 1873 nach Deutschland, an dessen Kriegsruhm sein junges Herz sich damals in heller Begeisterung entzündete. Er verlebte eine fröhliche Studienzeit in Charlottenburg und war ein treuer und eifriger Bruder der „Hütte“. Seine erste Anstellung fand er bei einer kleinen Maschinenfabrik in Rostock und wurde dann Ingenieur beim „Vulkan“ in Bredow, wo er sich, um auch der Form nach Deutscher zu sein, naturalisieren ließ und später auch — worauf er besonders stolz war — pommerscher Landwehrmann mit seinem Militärmaß von 1,86 m wurde. Nach seiner Verheiratung wurde er 1884 Oberingenieur bei Möller & Holberg in Grabow, gab diese Stelle jedoch 1888 ungünstiger Verhältnisse halber auf, lebte ein reichliches Jahr als Zivilingenieur in Stettin und erhielt dann den Direktorposten der Schiffswerft „Kette“, deutsche Elbschiffahrtsgesellschaft Übigau bei Dresden, den er fast 16 Jahre lang — von 1890 bis 1906 — ausfüllte. Es war eine Anlage, aus der sich etwas machen ließ; zwar nur ein kleiner Platz, durch seine Lage mitten im Binnenlande an einem Fluß mit bescheidenen Wasserverhältnissen in enge Grenzen gewiesen, doch innerhalb dieser Grenzen von einer gewissen Entwicklungsfähigkeit, die hauptsächlich auf der guten Verbindung Böhmens mit der Nordsee, auf dem Fehlen einer ernsthaften Konkurrenz und auf der großzügigen Leitung der Aktiengesellschaft beruhte. Hier fand der neue Direktor ein schönes, freies Feld für seine Tätigkeit. Seine fachmännische Intelligenz und Tüchtigkeit, seine vielseitigen praktischen Erfahrungen, seine Unternehmungslust, Arbeitsfreudigkeit und nicht zum mindesten seine prächtigen Charaktereigenschaften sowie sein großes pädagogisches Geschick schufen aus einer kleinen Fabrik mit kaum 200 Arbeitern ein leistungsfähiges Werk mit 900 tüchtigen Arbeitern, das nur erstklassige Erzeugnisse in die Welt schickte. Zustatten kamen ihm seine vielseitigen Verbindungen mit der Wasserkante und mit Rußland. Er baute Salondampfer und Kähne für die Elbe, Kettenschlepper für den Main und Petroleumdampfer für das Kaspische Meer. Er baute für Stettiner und Hamburger, für italienische und ameri-



kanische Rechnung, Maschinen für Drahtseilbahnen, für Pumpwerke und anderes. Der Werftplatz dehnte sich nach allen Seiten über seine ursprünglichen Grenzen hinaus; ein Dampfkran, eine große Kesselschmiede wurden errichtet, eine neue Gießerei war bewilligt. Des Leiters ganzer Stolz aber war die staatlich unterstützte Versuchsstation, die damals einzig in ihrer Art in Deutschland von den tüchtigsten Fachmännern und unseren größten Werften benutzt wurde, um Versuche anzustellen, auch den Professoren und Studierenden der Technischen Hochschule in Dresden zur Verfügung stand und so nicht nur dem gesamten deutschen Schiffbau gute Dienste leistete, sondern auch eine glänzende Reklame für Übigau bildete, sogar eine, die sich gleichzeitig gut rentierte. Denn der Direktor war auch ein guter Kaufmann, der mit allen Werten zu rechnen verstand. Zu der Stellung eines Arbeitgebers befähigte ihn in besonderem Maße seine große Herzensgüte. Es war mehr bei ihm als eine allgemeine Gutmütigkeit, als das Wohlwollen des klug berechnenden Unternehmers. Er besaß jene Güte, die in jeder menschlichen Gestalt die menschliche Seele achtet. Daher bewiesen ihm seine Arbeiter auch soviel Vertrauen und Anhänglichkeit, und die Ingenieure nannten die Arbeiter „die lieben Kinder des Herrn Direktor".

Es war tragisch, daß ein Mann von so erprobter Leistungsfähigkeit die Leitung der Fabrik fahren lassen mußte gerade in dem Augenblick, da sie einen tüchtigen Führer am nötigsten brauchte, in der Übergangszeit, als die „Kette" mit anderen Elbschiffahrtsgesellschaften verschmolzen wurde. Er selbst hatte seitdem keine Freude mehr am Leben, und ein Glück war es für ihn, als ein sanfter Tod ihm die Augen schloß. Er starb infolge eines Gehirnschlages am 25. April 1911.

Der Schiffbautechnischen Gesellschaft stand Berthold Masing als lebenslängliches Fachmitglied, das wohl bei keiner Versammlung fehlte, sowie als Rechnungsprüfer, der sich alljährlich freiwillig der Mühe einer Revision unserer Geschäftsbücher unterzog, besonders nahe. Zu tiefem Dank sind wir ihm verpflichtet. Masing war keine geniale Natur, und schöpferisch tätig im höchsten Sinne des Wortes ist er nicht gewesen. Aber er war ein lebendiges Beispiel dafür, was ein einziger Mann leisten kann, wenn er ein ganzer Mann ist und wenn ihm Raum gegeben ist, sich das Ziel selbst zu setzen.

RUDOLF MARTENS.

Am 28. April verschied in Berlin nach kurzer Krankheit der Marinebaurat Rudolf Martens im 43. Lebensjahre. Der Verstorbene war am 21. Juli 1868 in Demzin bei Stavenhagen in Mecklenburg geboren und besuchte das Gymnasium

in Schwerin, das er Michaelis 1887 verließ, um auf der Technischen Hochschule zu Berlin Schiffbaufach zu studieren.

In die Kaiserliche Marine trat er nach bestandenem Examen am 17. Februar 1896 ein und wurde bald darauf Marinebauführer und im Dezember 1899 Marineschiffbaumeister. In den Jahren 1902/03 weilte er als Geschwaderbaumeister beim Stabe des Kreuzergeschwaders in Ostasien, wurde nach seiner Rückkehr zunächst Betriebsdirigent auf der Kaiserlichen Werft zu Kiel und im Jahre 1906 Flottenbaumeister beim Stabe der Hochseeflotte unter dem Prinzen Heinrich als Flottenchef. In dieser Stellung mehrfach ausgezeichnet, wurde Martens am 28. Dezember 1907 zum Marinebaurat ernannt und im darauffolgenden Frühjahr zur Dienstleistung beim Werftdepartement des Reichsmarineamts kommandiert.

In allen Dienststellungen hat sich der Verstorbene durch Tüchtigkeit und Pflichttreue ausgezeichnet. Sein liebenswürdiges Wesen und sein lauterer Charakter sichern ihm für alle Zeiten ein ehrenvolles Andenken.

ADOLF WOERMANN.

Wie in Handels- und Schiffahrtskreisen weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bei dem am 4. Mai erfolgten Tode Adolf Woermanns sich eine allgemeine Teilnahme zeigte, so haben auch wir mit dem Heimgang dieses bedeutenden Mannes den Verlust eines unserer hervorragendsten Mitglieder zu beklagen. Nicht daß er sich als Fachmann auf dem Gebiete der Schiffbautechnik besonderer Verdienste zu rühmen gehabt hätte — aber er war in seinem ganzen Leben ein Förderer der großen Errungenschaften, welche die Technik des Schiffbaues in den letzten Jahrzehnten zu verzeichnen hat und die gerade an den Weitblick und die Opferwilligkeit des Reeders so beträchtliche Anforderungen stellt.

Am 10. Dezember 1847 in Hamburg geboren, besuchte Adolf Woermann in seiner Vaterstadt die Realschule des Johanneum. Schon bald nach seinem Eintritt in das kaufmännische Leben schickte ihn sein Vater, der weitblickende Begründer der Hamburger Reederei C. Woermann, längere Zeit auf Reisen, nach Indien, China, Japan, Nord- und Mittelamerika, um die Welt und die Menschen darin kennen zu lernen. Mit reichen Kenntnissen zurückgekehrt, war es Adolf Woermanns Aufgabe, das väterliche Geschäft nicht nur im alten Sinne fortzuführen, sondern auf Grund seiner neuen Verbindungen und Erfahrungen auszudehnen. In wie glänzender Weise ihm das gelungen, davon gibt das heutige Welthaus C. Woermann und alles, was zu ihm gehört, Zeugnis.

Wie schon sein Vater lebhaftes Interesse für die Schiffahrt bekundete — was sich unter anderem darin zeigt, daß sich unter den Gründern der 1847 ins Leben gerufenen Hamburg-Amerika Linie auch der Name Carl Woermann befindet — so war es Adolf Woermann vorbehalten, nachdem er im Jahre 1874 Teilhaber im väterlichen Geschäft geworden war, im Jahre 1879 den ersten Dampfer in die bis dahin mit Segelschiffen betriebene Woermannsche Reederei nach Afrika einzustellen. Er hatte erkannt, daß in der Regelmäßigkeit und Zuverlässigkeit der Bedienung für die Verlader die Hauptfaktoren des Fortschritts von Handel und Verkehr beruhen. Im Jahre 1882 wurde ihm das Recht verliehen, die Reichspostflagge auf seinen Schiffen zu führen. Als dann bald darauf Kamerun, Togo, Südwest- und Ostafrika deutsche Schutzgebiete wurden, stellte die Reederei Woermann die regelmäßigen Verbindungen zwischen unseren Kolonien und dem Mutterlande her. Was diese regelmäßigen Dampferlinien für die Entwicklung des schwarzen Erdteils geleistet haben, wie sehr sie den Personenverkehr und Güteraustausch von und nach Afrika belebten und wie sie den an sie gestellten Anforderungen in guten und schlechten Zeiten gerecht wurden, ist hier nicht Raum des Näheren zu untersuchen. Daß aber Woermanns Name mit ihnen und mit Afrika für immer verknüpft bleiben wird, das zu bekennen erfüllt uns mit freudiger Genugtuung.

Während Adolf Woermann seine Arbeitskraft in vollem Maße der afrikanischen Schiffahrt widmete, kam sein kaufmännisches Genie in den vielen Faktoreien und Plantagen seiner Firma an der west- und südafrikanischen Küste nicht weniger zur Entfaltung. Ebenso muß man die Kraft und Zeit bewundern, die Woermann außerdem noch den vielen ihm übertragenen Ehrenämtern zu widmen Gelegenheit fand. Besonders verdient seine Tätigkeit als nationalliberales Mitglied des Reichstages von 1884—89 Erwähnung. In diese Zeit fallen auch die Vorarbeiten für die Gründung der Deutschen Ostafrika-Linie, welche die Beziehungen der Woermannschen Reederei auf die Ostküste Afrikas ausdehnte.

Wollten wir außerdem hier noch aufzählen, wo überall sonst sich Adolf Woermanns Tätigkeitsdrang Geltung verschaffte, so müßten wir noch mehrere Seiten füllen. Das eine Wort vom „königlichen Kaufmann", das Bismarck gerade auf ihn geprägt hat, sagt genug. Nur das eine sei hier betont, daß Adolf Woermann den von uns verfolgten Zielen stets volles Verständnis entgegentrug. Seit Bestehen der Schiffbautechnischen Gesellschaft zählte er zu unseren markantesten Mitgliedern und hat sein Interesse wiederholt in praktischer Weise für uns betätigt. Über das Grab hinaus werden wir ihm ein dankbares und ehrenvolles Gedächtnis bewahren.

HERMANN LANGREUTER.

Hermann Langreuter war am 10. Oktober 1856 geboren und entstammte einer alten oldenburgischen Familie, die seit mehr als 300 Jahren in ununterbrochener Reihenfolge dem Staat Beamte, der Kirche Geistliche gestellt hatte. Sein Vater war Geheimer Oberregierungsrat in Oldenburg. Auf dem dortigen Realgymnasium erhielt er seine Schulbildung. Mit 17 Jahren entschloß er sich zum Seemannsberuf und begann seine Laufbahn auf einem Segelschiff bis zum Eintritt in die Steuermannsschule in Bremen. Nach wohlbestandenem Examen diente er 1879 als Einjährig-Freiwilliger in Kiel und erwarb die Befähigung zum Reserveoffizier. Nachdem er 1884 das Schifferpatent erworben hatte, trat er als IV. Offizier beim Norddeutschen Lloyd ein, stieg schnell auf bis zum III. und II. Offizier und fuhr auf den Schiffen der neuen Reichspostdampferlinie nach Australien. Im Jahre 1889 wurde ihm von der Verwaltung das große Vertrauen geschenkt, die Aufsicht über den Umbau der Dampfer „Hohenstaufen“ und „Hohenzollern“ auf der Vulcanwerft in Stettin zu übernehmen. Hierdurch gewann er lebhaftes Interesse und gutes Verständnis für den Schiffbau. Im Jahre 1890 wurde er zum I. Offizier befördert und fuhr wieder auf der australischen, später auf der Mittelmeer-Linie. Am 22. Dezember 1897 zum Kapitän ernannt und mit der Führung der „Ellen Rickmers“ betraut, wurde ihm im folgenden Jahre abermals die Beaufsichtigung der bei Blohm & Voss in Auftrag gegebenen Schiffsbauten übertragen. Sein Eintritt in unsere neugegründete Gesellschaft fand in dieser Zeit statt, und Hermann Langreuter verfolgte unsere Arbeiten und Bestrebungen seitdem mit dem regsten Eifer.

Später übernahm er die Führung des neuerbauten Dampfers „Köln“ und lag während des chinesischen Aufstandes vor Tsingtau und den Takuforts zur Verfügung des Oberkommandos der Kaiserlichen Marine. Hier in Ostasien stand er in den angenehmsten Beziehungen zu den Offizieren der Armee und der Marine, denen er auf seinem Schiffe den willkommensten Ort für Beratungen und Verhandlungen einräumte. Die wertvollen Dienste, die er damals geleistet, wurden von Seiner Majestät dem Kaiser durch Verleihung des Roten Adlerordens IV. Klasse anerkannt; auch sein Landesfürst, dessen Zuneigung er genoß, zeichnete ihn aus.

Nach Ablauf seiner Dienstzeit auf der „Köln“ führte Langreuter das Kommando der „Barbarossa“, „Kronprinz Wilhelm“, „Neckar“ und des „Großer Kurfürst“, mit dem er außer den regelmäßigen Fahrten eine Reise nach Island, nach dem Nordkap und nach der Levante vollführte.

Im Jahre 1909 übernahm Langreuter die neuerbaute „Berlin“, die er mit

großem Erfolg auf der Linie Genua-Newyork führte, bis er am 4. Mai 1911 an Bord seines Schiffes in Newyork einem Gehirnschlag erlag.

Hermann Langreuter war ein energischer aufrichtiger Mann, der die Interessen seiner Offiziere und Mannschaft vertrat und darum von ihnen hochgeachtet wurde. Er war ein wohlwollender, gerechter, treusorgender Vorgesetzter, der von seinen Untergebenen bis zum letzten Steward verehrt und geliebt wurde. Bei der Verwaltung des Norddeutschen Lloyd stand er wegen der Sicherheit und des Geschickes in der Führung seiner Schiffe in hohem Ansehen.

OTTO KNAUDT

wurde im Jahre 1855 in Duisburg geboren, wo sein Vater eine chemische Fabrik zur Herstellung von blausaurem Kali betrieb. Noch in demselben Jahre übersiedelte er mit seinem Vater nach Essen, wo letzterer mit dem Kaufmann Carl Julius Schulz das Puddel- und Blechwalzwerk Schulz, Knaudt & Co. gründete. Er besuchte in Essen die höhere Realschule, welche er nach bestandenem Abiturientenexamen verließ, um sich in dem väterlichen Werke praktisch auszubilden. Hier arbeitete er hauptsächlich am Puddelofen und lernte den gesamten Blechwalzwerkbetrieb kennen. Alsdann bezog er die technische Hochschule in Stuttgart, um Hütten- und Maschinenkunde zu studieren. Nach Absolvierung seiner Studien trat er bei der Maschinenfabrik und Kesselschmiede Paucksch & Freund in Landsberg a. d. Warthe ein, um sich mit dem Kesselbau vertraut zu machen. Nach einjähriger Tätigkeit auf dem Konstruktionsbureau verweilte er dann zu seiner weiteren Ausbildung mehrere Jahre in England und Frankreich. Im Jahre 1881 kehrte er nach Deutschland zurück und trat als Ingenieur bei der väterlichen Firma Schulz, Knaudt & Co. ein, welche inzwischen das alleinige Ausführungsrecht des englischen Wellrohrpatentes für den Kontinent übernommen hatte. Zu der großen Verbreitung, welche die Wellrohre im Dampfkesselbau gefunden haben, hat Otto Knaudt durch Wort und Schrift viel beigetragen.

Bei der Umwandlung der Firma Schulz, Knaudt & Co. in eine Gewerkschaft wurde Otto Knaudt zum technischen Leiter derselben ernannt und bei der im Jahre 1889 erfolgten Umwandlung in eine Aktiengesellschaft in den Vorstand berufen. Diesem hat er ununterbrochen bis zum Ende des Jahres 1910 angehört. Er zog sich dann ins Privatleben zurück und wurde in den Aufsichtsrat der Schulz-Knaudtschen Aktiengesellschaft gewählt.

Mit großem Fleiß und seltener Arbeitsfreudigkeit hat sich Otto Knaudt den ihm gestellten Aufgaben gewidmet. Nach besten Kräften war er stets



bestrebt, die Interessen der Technik zu fördern. Er gehörte der Deutschen Dampfkessel-Normen-Kommission als Mitglied an und war Vorsitzender der Technischen Kommission des Verbandes Deutscher Grobblechwalzwerke. Auch sonst betätigte sich Otto Knaudt vielfach am öffentlichen Leben. Er war viele Jahre lang Mitglied des Stadtverordnetenkollegiums in Essen und beteiligte sich als solches an den verschiedensten Kommissionen. So war er Mitglied des Vorstandes der Hütten- und Walzwerk-Berufsgenossenschaft und gehörte dem Bezirksausschuß zu Düsseldorf als stellvertretendes Mitglied an. Im vergangenen Jahre wurde er in Anerkennung seiner technischen und kaufmännischen Verdienste zum Königlich Preußischen Kommerzienrat ernannt. Von patriotischem Geiste durchdrungen, hat Otto Knaudt stets alle Bestrebungen unterstützt, die dem Wohle des Vaterlandes dienen.

EUGEN POLTE.

Eugen Polte war ein Sohn der Stadt Magdeburg, wo er am 12. Juli 1849 geboren wurde. Auf der Realschule in Weimar erwarb er das Reifezeugnis und wurde im Jahre 1867 von H. Gruson in das technische Bureau als Zeichner aufgenommen. Das Jahr 1870 sah ihn als Freiwilligen beim 4. Magdeburgischen Pionier-Bataillon. Er ging mit den Ersatztruppen nach Frankreich und lag mit vor Paris. Nach Beendigung des Krieges kehrte er in das technische Bureau von Gruson zurück und bezog im Jahre 1872 die Gewerbeakademie in Berlin. Der ihm zur Verfügung stehende Zuschuß reichte selbst für bescheidene Ansprüche nicht aus. So war er darauf angewiesen, vormittags die Vorlesungen zu besuchen und nachmittags in einer Brotstellung sich einen Teil der Mittel zur Ausführung seines Studiums zu verdienen. Trotzdem gelang es ihm durch eisernen Fleiß, das damals neu eingeführte Diplomexamen der Gewerbeakademie mit Auszeichnung zu bestehen.

Als er, 26 Jahre alt, zu Gruson zurückkehrte, vertraute ihm dieser die Stellung als Oberingenieur seines großen technischen Bureaus an, die Polte 4 Jahre lang bekleidete. Eine reiche Fülle technischer Aufgaben gab es zu lösen: Panzerungen, Lafetten, Artilleriemunition, hydraulische Maschinen und Preßanlagen, Kräne, Werkzeugmaschinen. Als Gruson das Recht zur Einführung eines neuen und in eigenartiger Weise wirkenden Sprengstoffes für Artilleriegeschosse erwarb, betraute er Polte mit der Ausführung der gefährlichen Versuche und Vorarbeiten. Wiederholt setzte der junge Ingenieur bei diesen Versuchen sein Leben aufs Spiel. Ein leichtes Zittern der Hand, nur den Freunden bekannt, verblieb ihm aus dieser Zeit bis zum Ende seines Lebens.

1884 übernahm Polte die Stellung als Direktor eines Magdeburger Metallwerkes. Der verstorbene Großindustrielle Rudolf Wolf in Buckau, der Gründer der Lokomobilfabrik, lieh ihm ein Kapital, mit dem Polte für eine kleine Armaturenfabrik von 23 Arbeitern die erste Anzahlung leisten konnte. Während des ersten Jahres arbeitete Polte ohne weitere Unterstützung. Als dann im Jahre 1889 von der deutschen Heeresverwaltung die Herstellung von Gewehrhülsen aus Messing im Inland ins Auge gefaßt wurde, vertraute ihm das preußische Kriegsministerium die Lieferung von 40 Millionen Patronenhülsen an. Binnen vier Monaten stand eine Fabrik mit den erforderlichen Maschinen zur Aufnahme dieser Arbeiten bereit. Die anfänglichen Schwierigkeiten der Ingangsetzung einer solchen Fabrikation wurden gut überwunden; der Auftrag wurde rechtzeitig und zur Zufriedenheit der Behörden ausgeführt. Zu jener Zeit begann man mehr und mehr auch Geschütze mit Patronen oder Kartuschhülsen auszurüsten. Die Geschützhülsen wurden damals in gleicher Weise hergestellt wie die Gewehrhülsen noch heute; man vergrößerte nur die Werkzeuge. Polte hatte als Oberingenieur bei Gruson dieses Verfahren in der deutschen Metallpatronenfabrik in Karlsruhe gesehen und seine Geheimhaltung zugesagt. Als er späterhin die Anfertigung von Geschützhülsen ins Auge faßte, ging er seine eigenen Wege. Nach langen mühsamen Vorarbeiten erfand er ein Walzverfahren, bei welchem die wesentlichen Formgebungsarbeiten durch rollende Kugeln ausgeführt wurden. Die sonst erforderlichen Druckkräfte von 5 bis 6 Millionen Kilogramm ersetzte Polte durch solche von 70 bis 100 000 Kilogramm. Das Anlagekapital und die Betriebskosten wurden dadurch außerordentlich ermäßigt. Außerdem zeigten die auf diese Weise hergestellten Geschützhülsen sehr hohe Widerstandsfähigkeit. Es ließ sich eine Härtung des Messings erzielen, wie sie sonst nicht annähernd erreichbar ist.

Außer der Konstruktion von Maschinen zur Herstellung von Geschützhülsen hat er sich eingehend mit der Fabrikation von Gewehrhülsenmaschinen beschäftigt und vielfach neue Methoden eingeführt. Eine besondere Einrichtung zeigen auch die von ihm erfundenen Vorrichtungen zum Laden von Gewehrpatronen, die sich bei großer Einfachheit durch eine außerordentlich hohe Leistungsfähigkeit auszeichnen. In den letzten Jahren hat der Verstorbene die Herstellung von Fernrohraufsätzen für Geschütze aufgenommen und ist auch hierbei ohne Anlehnung an bekannte Vorbilder seine eigenen Wege gegangen.

Selbst der größte Erfolg hat diesem unermüdlich strebsamen, hochgebildeten Mann niemals die Bescheidenheit genommen. Er gehörte zu jenen bedürfnislosen Naturen, die sich zum Unterhalt mit dem Wenigsten begnügen und spartanisch einfach leben. Aber ein ewiger Hunger nach dem Wahren und Schönen lebte in

seiner Seele. Von dieser Seite seines Wesens stammen die reichen Schenkungen, die er dem Kaiser Friedrich-Museum in Magdeburg überwies, stammt seine offene Hand für manchen Künstler, dem er den Weg zum Fortkommen erleichterte, und stammen auch die namhaften Stiftungen für seine Beamten und Arbeiter.

In der Fülle reichster Kraft ist Eugen Polte seiner Familie, seinem Lebenswerke entrissen worden. Die Trauer um diesen genialen Erfinder, diesen rastlos tätigen und warmherzigen Menschen wird ebenso aufrichtig sein wie allgemein. Der Schöpfer seines Werkes verging, das Werk selbst und seine Ideen wirken fort.

ADAM SICHMUND

wurde am 20. Januar 1885 zu Lörzenbach (Kreis Heppenheim) geboren. Seit seinem achten Lebensjahre besuchte er die Oberrealschule in Worms und absolvierte dieselbe mit Auszeichnung. Dann arbeitete er ein Jahr lang praktisch auf der Neptunwerft in Rostock, studierte zwei Semester Maschinenbaufach in Darmstadt, um sich schließlich an der Technischen Hochschule zu Danzig dem Studium des Schiffbaufaches zuzuwenden. Im Juli 1908 bestand er das Diplomexamen mit Auszeichnung und trat nach Rückkehr von einer Studienreise, die ihn nach Amerika geführt hatte, bei der Firma Schichau in Elbing als Konstruktionsingenieur ein. Hier gelang es ihm bald, sich das Vertrauen seiner Vorgesetzten zu erwerben.

Unerwartet starb er am 5. Juni 1911 nach kurzem Leiden an den Folgen einer Halsoperation. Sein Tod wirkt um so tragischer, als Adam Sichmund erst 14 Tage vor seinem Hinscheiden das Hochzeitsfest gefeiert hatte und eine junge Gattin hinterließ.

Seine Fachgenossen trauern um den Entschlafenen als um einen aufrichtigen, zuverlässigen, mit reichen Herzens- und Geistesgaben ausgestatteten Freund.

KARL IHLDER,

am 8. Januar 1846 zu Vegesack als Sohn eines Kapitäns und späteren Inspektors des Norddeutschen Lloyd geboren, arbeitete nach dem Besuch des Realgymnasiums zu Bremerhaven drei Jahre lang praktisch und studierte dann in den Jahren 1866 bis 1868 an den Hochschulen zu Hannover und Stuttgart Maschinenbau und Schiffbau. In Stuttgart war er beim Bau einer Gasanstalt tätig, trat beim Ausbruch des Krieges 1870/71 als Kriegsfreiwilliger in das Heer ein und machte als solcher den Feldzug, im besonderen die Kämpfe um Orléans (Loigny, Le Mans) mit. Nach dem Friedensschluß arbeitete er in einer Zuckerfabrik in Düren bei



Köln als Volontär und übernahm 1873 die Leitung einer Wollkämmerei in Neudeck in Böhmen. 1876 siedelte er nach Bremerhaven über, wo er als Expert des „Bureau Veritas“ in enge Fühlung mit der Schiffbauindustrie der Unterweser trat. Unter seiner Aufsicht wurden die ersten Fischdampfer gebaut, die Vorläufer der jetzt so stattlichen Fischdampferflotte der Unterweser. Im Jahre 1895 trat Ihlder als Schiffs- und Maschinenbaubesichtiger in die Dienste des Bremischen Staates, in welcher Stellung er bis zu seinem am 24. Juni 1911 erfolgten Tode tätig war.

Neben seiner rastlosen Berufstätigkeit, die ihn mit allen Zweigen der Schifffahrtstechnik in Berührung brachte, hatte Karl Ihlder lange Jahre hindurch Ehrenämter in der Verwaltung seiner Heimatstadt Bremerhaven inne. Das Vertrauen seiner Mitbürger berief ihn mehrmals als Vertreter Bremerhavens in die bremische „Bürgerschaft“, die zweite Kammer des Staates Bremen.

In seinem Wesen bildeten ein streng rechtlicher Sinn neben einem wärmenden Humor die hervorragendsten Charakterzüge.

JOH. N. TROST.

Am 8. Juli starb in Bremen, wo er am 4. Februar 1876 auch geboren, im Alter von erst 35 Jahren der Schiffbauingenieur Joh. N. Trost. Er hatte in einer kleineren Maschinenfabrik den Maschinenbau praktisch erlernt und in verschiedenen Maschinenbauanstalten Süd- und Norddeutschlands seine Kenntnisse erweitert. Später wandte er sich dem Schiffbau zu und besuchte das Technikum in Bremen, das er mit ausgezeichnetem Erfolge absolvierte. Einige Monate Tätigkeit auf der Kaiserlichen Werft verschaffte ihm auch die erforderlichen praktischen Kenntnisse. Es folgte ein Engagement an die Neptunwerft in Rostock, von welcher er dann als Direktor an die Eiderwerft in Tönning berufen wurde.

Hier konstruierte und baute Trost eine ganze Anzahl moderner Dampfer, meist für Flensburger und Hamburger Rechnung. Mit seiner Ansicht, daß in dem entlegenen Tönning ein Unternehmen wie die Eiderwerft nur dann lebensfähig sein konnte, wenn außer Neubauten auch Reparaturen dem Werke zugeführt wurden, hatte er keinen Erfolg; ebenso zerschlugen sich die von ihm begünstigten Verhandlungen zwecks Herbeiführung einer Fusion mit der Neptunwerft und den Howaldtswerken. Nach der Betriebseinstellung der Eiderwerft übernahm Trost eine Schiffbauanstalt in Hameln a. Weser in der Absicht, dort den Klein- und Spezialschiffbau zu pflegen. Nach einem Jahre schaffensfreudiger Tätigkeit überraschte diesen rastlos vorwärtsstrebenden Mann der unabwendbare Tod.

KARL H. MERK.

Am 20. Juli verschied unerwartet im 36. Lebensjahre in Neuenahr, wo er zur Erholung weilte, der Ingenieur Karl Heinrich Merk. Der Verstorbene vereinigte in seltenem Maße gediegenes theoretisches Wissen mit praktischem Können. Besondere Kenntnisse entfaltete er auf dem Gebiet des Dampfturbinen- und Dampfmaschinenbaues, wo er vielfach anregend und befruchtend auf die Industrie zu wirken Gelegenheit fand. Mehrere eigene Patente sind dieser Tätigkeit entsprungen. Auch schriftstellerisch und rednerisch ist Merk in der Öffentlichkeit hervorgetreten. In verschiedenen Vorträgen hat er Tagesprobleme der Maschinentechnik, des Patentrechts usw. behandelt. Seine Ausführungen waren stets interessant und fesselnd, da er eine ausgezeichnete klare Darstellungsweise besaß.

Merk wurde am 26. Juli 1875 zu Thengen in Baden geboren. Er besuchte das Gymnasium in Konstanz, das er 1894 mit Auszeichnung absolvierte. Einer ausgesprochenen Begabung für Naturwissenschaften und Mathematik folgend wählte er das Maschinenbaufach als Beruf und studierte an den technischen Hochschulen zu München und Karlsruhe, an welcher letzteren Anstalt er im Jahre 1900 sein Staatsexamen bestand. Während der Studienzeit praktizierte er bei verschiedenen größeren Firmen, wie bei Maffei in München und bei der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg in Augsburg. In der Folgezeit bekleidete er angesehene Stellungen bei der Maschinenbauanstalt Humbold in Kalk b. Köln, bei der Maschinenbau A. G. vorm. Swiederski in Leipzig sowie im technischen Bureau der Firma H. Lentz in Berlin. Während seiner letzten beiden Lebensjahre war er Filialvorstand der Firma Heinrich Lanz-Mannheim in Rostow am Don in Südrußland.

Merk ist nicht nur ein hervorragender Techniker gewesen, er war auch ein guter und lieber Mensch, ein Mann von Grundsätzen und abgeklärter Weltanschauung. In den wenigen freien Stunden, die er sich gönnte, schweifte sein Geist gern ab auf wirtschaftspolitische und philosophische Gebiete, für die er das Interesse seiner Umgebung zu wecken verstand. Seit 1903 war er glücklich verheiratet. Er hat bei seinem frühen Ende seine Frau mit zwei Söhnchen zurückgelassen. Alle, die mit ihm im Leben zusammen gekommen sind, werden ihm ein treues und liebevolles Andenken bewahren.

KARL RIENSBERG.

Am 15. August verschied nach langem, schmerzhaften Leiden zu Freiburg i. Br. der technische Direktor der Brückenbau Flender-Aktien-Gesellschaft, Karl



Riensberg. Geboren in Rügenwalde i. P. am 25. Oktober 1861 als Sohn des Kaufmanns und Eisenhüttenbesitzers Friedrich Riensberg arbeitete Karl Riensberg nach Beendigung seiner Schulzeit zunächst praktisch in Stettin und studierte dann an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe. Nachdem er 1885 seine Studien abgeschlossen hatte, war er hintereinander bei den Städtischen Gas- und Wasserwerken in Karlsruhe, bei der Direktion des Vereins Chemischer Fabriken in Mannheim und bei der Firma Conrad Ranke Söhne, Maschinenfabrik in Frankfurt a. M. als Konstrukteur tätig. Von 1888 bis 1901 stand er in den Diensten der Gutehoffnungshütte (Abteilung Brückenbau) in Sterkrade. In dieser Zeit hat Riensberg die große Elbbrücke bei Hamburg, den Leuchtturm bei Campen, die Hochbrücke über den Nordostseekanal bei Levensau, einen Schwimmkran von 80 Tonnen Tragkraft in Rio de Janeiro und die Rheinbrücke bei Bonn selbständig montiert. Er benutzte einen längeren Urlaub, um in Nordamerika seine Studien fortzusetzen und seine Kenntnisse zu erweitern. Einen Bericht über das dort Gesehene hat Riensberg in der Zeitschrift Stahl und Eisen (in den Nummern vom 15. Juli, 1. und 15. August 1900) niedergelegt. Seit Anfang 1900 wirkte der Verstorbene als technischer Direktor der Brückenbau Flender-Aktien-Gesellschaft in Benrath und hat zu dem mächtigen Aufblühen dieses Werkes und seinen großen technischen Erfolgen in hervorragendem Maße beigetragen. Unter seiner Oberleitung wurden die schwierigen Montagen des Hamburger Hauptbahnhofes, der ersten Luftschiffhalle in Friedrichshafen, eines Teiles der Kölner Hohenzollernbrücke sowie viele sonstige hervorragende Bauten für staatliche und städtische Behörden und industrielle Anlagen ausgeführt.

Anfang 1910 reiste Riensberg nach Swakopmund, um die örtlichen Verhältnisse für einen vom Reichskolonialamt ausgeschriebenen Wettbewerb kennen zu lernen. Auf der Rückreise hat er sich, vermutlich beim Besuch eines tropischen Hafens, den Keim der tückischen Krankheit, die ihn in seinem fünfzigsten Lebensjahre dahinraffte, geholt. Seine trefflichen Charaktereigenschaften, die ihn nicht nur in Freundes- und Bekanntenkreisen, sondern auch bei seinen Untergebenen Liebe und Verehrung eintrugen, werden Karl Riensberg ein bleibendes Andenken auch bei den Mitgliedern unserer Gesellschaft sichern.

FR. W. SELCK.

Als Sohn eines Kleinkaufmanns am 13. April 1823 in Tönning (Kreis Eiderstedt) geboren, kam Fr. W. Selck im Jahre 1838 in die Kaufmannslehre nach Flensburg, welche Stadt er in seinem Leben nie wieder dauernd verlassen hat.



Am 10. September 1851 eröffnete er dort einen Kolonialwarenladen, fing aber dann bald größere Geschäfte an und gab den Laden im Jahre 1868 gänzlich auf. Den Großhandel betrieb er weiter mit Eifer und Erfolg, bis er sich ein bedeutendes Vermögen erworben hatte.

Mit seinem Reichtum hat der Verstorbene nie gekargt. Den Armen und Kranken der Stadt war er allzeit ein wohltätiger Spender. So erbaute er in den Jahren 1892—94 in Flensburg und in Tönning Stiftshäuser mit 29 Freiwohnungen.

Seiner Tüchtigkeit blieb die äußere Anerkennung nicht versagt Er wurde im Jahre 1892 zum Kommerzienrat und später zum Ehrenbürger von Tönning und von Flensburg ernannt. Auch mehrere Ordensauszeichnungen sind dem am 21. Oktober 1911 Verstorbenen zuteil geworden.

EDUARD BORGSTEDE

wurde als Sohn eines Kaufmannes in Westerstede (Oldenburg) am 7. November 1843 geboren. Nach Absolvierung der Schulzeit in Brake a. d. Weser widmete er sich dem Schiffbaufache und erlernte zuerst praktisch den Bootsbau bei der Bootsbaufirma Schweers in Ganspe. Um sich im Schiffbau zu vervollkommnen, arbeitete er als Schiffszimmergeselle auf der Werft von Joh. Tecklenburg in Bremerhaven. In den Winterkursen der Jahre 1865/67 besuchte er die Königliche Schiffbauschule zu Grabow a. O. und im Sommerhalbjahr 1866 arbeitete er wiederum als Schiffszimmergeselle auf der Werft von H. -Zeltz in Rostock. Nach Beendigung der Schulzeit auf der Königlichen Schiffbauschule bestand Borgstede das Schiffbaumeister-Examen in Stettin und nahm hierauf eine Stelle bei der Reparaturwerkstatt des Norddeutschen Lloyd an.

Um diese Zeit begann Borgstede sich auch mit dem eisernen Schiffbau vertraut zu machen, wozu ihm das reichhaltige Material an Schiffen beim Norddeutschen Lloyd die beste Gelegenheit bot. Um sich jedoch besonders im Dampfschiffbau noch weiter auszubilden, besuchte er in den Jahren 1871/73 die Königliche Gewerbe-Akademie in Berlin.

Nach Absolvierung dieses Studiums erhielt er eine Anstellung als Schiffbaumeister bei der Firma F. Schichau in Elbing. Hier bot sich ihm ein ausgiebiges Feld, seine im Lauf der Jahre gesammelten Erfahrungen und Kenntnisse praktisch zu verwerten. An dem Aufschwunge dieser Werft ist Borgstede in den letzten 20 Jahren in hervorragender Weise beteiligt gewesen. Während seiner Tätigkeit sind über 700 Dampfschiffe und Fahrzeuge erbaut, darunter allein 300 Torpedoboote und Torpedokreuzer, welche nicht nur für Deutschland bestimmt waren,

sondern weit darüber hinaus nach fast allen Ländern Europas, nach Amerika und nach Asien gingen.

In seiner zweiten Heimatstadt Elbing war Borgstede auch im Kommunaldienst tätig; eine Reihe von Jahren war er dort Stadtverordneter.

Seinem erfolgreichen Schaffen blieb die äußere Anerkennung nicht versagt. Er war Inhaber des roten Adlerordens 4. Kl., des Kronen-Ordens 3. Kl., des Ehren-Ritterkreuzes I. Kl. des Haus- und Verdienstordens des Herzogs Peter Friedrich Ludwig von Oldenburg sowie des Ehrenkreuzes des Großherzoglich Mecklenburg-Schwerinschen Greifen-Ordens. Ferner wurde ihm vom König von Preußen der Charakter als Königlicher Baurat verliehen.

Ein schmerzhaftes Nervenleiden zwang ihn schließlich, seine Tätigkeit bei der Firma aufzugeben. Am 1. April 1906 setzte er sich nach einer arbeitsreichen und von Erfolg gekrönten Tätigkeit zur Ruhe. Leider konnte er sich der wohlverdienten Ruhe nicht lange erfreuen, denn am 16. Oktober erlöste ihn ein sanfter Tod von seinen langen Leiden. Um ihn trauern seine Gattin, seine Kinder und seine Freunde.

Das Andenken des Verewigten wird mit der Firma Schichau, solange sie besteht, untrennbar verknüpft sein. Unserer Gesellschaft gehörte er seit der Gründung als eines der eifrigsten Mitglieder an.

Vorträge

der

XIII. Hauptversammlung.

X. Drahtlose Telegraphie mit besonderer Berücksichtigung von Schiffsinstallationen.

*Vorgetragen von Direktor **H. Bredow** - Berlin.*

Nach zehnjähriger Tätigkeit, teils im Laboratorium, teils im internationalen Wettbewerb, hat die deutsche Funkentelegraphie sich auch im Auslande eine führende Stellung gesichert. Hunderte von Wahrzeichen deutscher Ingenieurkunst sind während dieser Zeit unter den größten finanziellen, technischen und nicht zum mindesten politischen Schwierigkeiten in allen Weltgegenden errichtet, und wo nur ein Schiff die deutsche Flagge zeigt, sei es Spitzbergen oder Feuerland, Wladiwostock oder Sydney, überall stehen Telefunkenstationen bereit, die Gefahren der Seefahrt zu verringern.

Noch vor vier Jahren schien es unmöglich, den großen Vorsprung Englands einzuholen, und doch ist es der deutschen Telefunken-Gesellschaft seitdem gelungen, sich nicht nur eine der Marconi-Gesellschaft gleichwertige Stellung zu erkämpfen, sondern ihre Technik so zu verbessern, daß sie seit kurzem in bezug auf die Anzahl der zu liefernden Stationen die Führung in der ganzen Welt übernommen hat.

Im Jahre 1911 sind allein der deutschen Telefunken-Gesellschaft und ihren Schwestergesellschaften 252 Stationen für Kriegs- und Handelsschiffe, 66 Landstationen und 72 transportable Feldstationen, also insgesamt 390 Stationen des neuen Systems „tönende Funken“ in Auftrag gegeben. Wenn man dem gegenüberstellt, daß nach der amtlichen Liste in den verflossenen 10 Jahren bis einschließlich 1910 überhaupt nur etwa 1300 Funkentelegraphenstationen in Betrieb genommen sind, und berücksichtigt, daß die von den Telefunken-Gesellschaften in dem letzten Jahre in Arbeit genommenen 390 Stationen sich auf



Deutschland	Dänemark	Peru
Australien	England	Philippinen
Argentinien	Holland	Rußland
Bulgarien	Japan	Spanien
Brasilien	Mexico	Schweden
China	Norwegen	Sibirien
Chile	Niederl. Indien	Türkei
Cuba	Neuseeland	Vereinigte Staaten
Columbien	Österreich-Ungarn	Ostafrika und
Belgisch-Congo	Portugal	Westafrika

verteilen, so kann man sich ein Bild machen von der heutigen internationalen Bedeutung des deutschen Systems.

Gleichzeitig kann man erkennen, daß der rapide Aufschwung im internationalen Radio-Telegraphenverkehr zum großen Teil eine Rückwirkung der technischen Vervollkommnung dieses Systems ist.

Technische Verbesserungen.

Die Umwälzung in der Funkentelegraphie und die damit verbundene Steigerung der praktischen Verwendung im öffentlichen Verkehr beginnt ungefähr mit dem Vortrage des Grafen Arco vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft im November 1907, als die Methode des dänischen Erfinders Poulsen, kontinuierliche elektrische Schwingungen mittels eines in Wasserstoff brennenden Lichtbogens zu erzeugen, in Deutschland bekannt geworden war. Diese neue Erzeugungsart hatte augenscheinlich gegenüber der bisher üblichen mittels langsamer Funkenfolge so viele Vorteile aufzuweisen, daß man einen Umschwung erwartete und das Ende der Funkenmethode ankündigte. Es zeigte sich jedoch, daß die alte Methode in Wirklichkeit noch im Anfangsstadium ihrer Entwicklung sich befand, allerdings einer Entwicklung, welche durch das Festhalten am Morseschreiber und Kohärer zum Empfang in ganz falsche Bahnen gelenkt war. Einer der wenigen, die in dieser Zeit der Unklarheit den richtigen Weg vor sich sahen, war Graf Arco, an dessen Schlußworte vor dieser Versammlung ich erinnern möchte.

Er führte ungefähr aus:

„In der ganzen Technik der schnellen Schwingungen herrscht augenblicklich Unruhe und Unsicherheit. Sie wird hereingebracht durch die Frage, welche Erzeugungsmethode in der nächsten Zukunft die vorherrschende sein wird: die alte Funkenmethode, eine Lichtbogenmethode, oder irgend eine andere noch neuere Methode. Ich persönlich glaube an das Fortbestehen der Funkenmethode für die

nächste Zeit. Die Funkenmethode hat sich bewährt, ich kann dies nicht genug betonen, aber sie ist noch verbesserungsfähig, und ich darf heute schon verraten, daß unsere Gesellschaft in diesem Sinne weiterarbeitet. Ich gedenke des Flemingschen Ausspruches und werde an den Tod der bisherigen Methode erst glauben, wenn auch hierüber die Praxis ihr letztes allein entscheidendes Urteil gesprochen haben wird."

Der zu jener Zeit erwartete große Umschwung trat, wie schon bemerkt, tatsächlich ein. Aber nicht, wie man angenommen hatte, infolge der Einführung der Poulsenmethode, sondern, wie Graf Arco richtig vorausgesehen hatte, durch Verbesserungen an der alten Funkenmethode und zwar durch Einführung des neuen Systems „tönende Löschfunken".

Der Entwicklungsgang dieser neuen Methode, deren theoretische Grundlage Professor Max Wien und deren praktische Durchbildung Graf Arco und seinem Ingenieurstabe zu verdanken ist, war in den letzten Jahren bereits so häufig Gegenstand von Vorträgen, daß ich mich hier auf eine kurze Erwähnung der besonderen Eigenschaften und Vorzüge dieses Systems beschränken kann. Die drei Grundelemente des neuen Systems:

die hohe Impulsfolge,
die Tonübertragung,
die Löschfunkenerregung

haben so wichtige Vorzüge mit sich gebracht, daß ich nicht unterlassen möchte, sie aufzuzählen.

Durch die hohe Impulsfolge wurden große Beträge von Schwingungsenergie und große Reichweiten erzielt.

Die Tonübertragung wurde ein Mittel zur Beseitigung von Störungen und ermöglichte die Ausnutzung der Tonresonanz zur Erzielung lauten akustischen Empfangs bezw. zur Auslösung mechanischer Vorgänge.

Die Löschfunkenerregung brachte einen großen Wellenbereich mit sich, einen erhöhten Wirkungsgrad und geringe Dämpfung.

Weiterhin wurde Geräuschlosigkeit beim Senden und Einwelligkeit erzielt, d. h. die schädlichen Kopplungswellen wurden vermieden und die Energieaufnahme im Empfänger entsprechend gesteigert.

Diese Eigenschaften, welche in ihrer Gesamtheit bisher kein anderes System aufzuweisen hat, brachten das neue Telefunkensystem den Endzielen der Radiotechnik, nämlich der absoluten Betriebssicherheit und der Geheimhaltung ein gut Stück näher und gewährleisteten die Durchführung vieler bisher als zu schwierig zurückgestellten Projekte.



Reichweite.

Wie ich bei der Aufzählung der Vorteile des neuen Systems schon andeutete, ist der Wirkungsgrad gegenüber früher wesentlich gestiegen, d. h. zur Erzielung eines bestimmten Betrages von Hochfrequenzenergie zur Speisung der Antenne ist jetzt ein wesentlich geringerer Kraftaufwand erforderlich, da beim alten Telefunken-System ebenso wie bei Marconi, Poulsen und anderen nur etwa 15—25 %, beim neuen Telefunken-System dagegen 50—80 % der aufgewendeten Primärenergie in die zur Ausstrahlung in den Äther geeignete Energieform umgewandelt und der Antenne zugeführt wird.

Dies bedeutet andererseits bei gleichem Kraftaufwand eine erhebliche Vergrößerung der Reichweite, und die Kurve (Fig. 1) zeigt tatsächlich, daß Telefunken jetzt bei einer Primärenergie von 35 KW eine sichere Tagesreichweite von 2400 km

Reichweitenvergleich zwischen altem und neuem System.

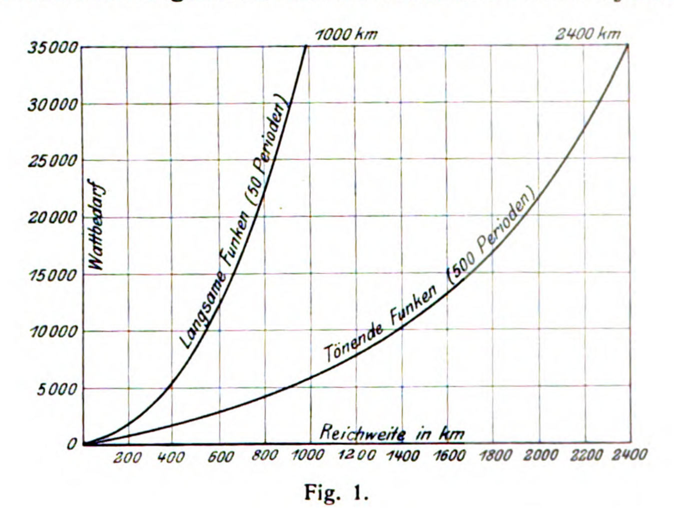


Fig. 1.

garantiert, während früher nur 1000 km, also kaum die Hälfte, gewährleistet werden konnten. In dem einen Falle werden eben etwa 50 % von 35 KW, also 17,5 KW, im anderen Falle höchstens 20 %, mithin nur 7 KW, in die Antenne geschickt.

Die Messung der Antennen-Energie ist mittels eines Hitzdraht-Amperemeters einwandfrei zu erzielen und stellt das beste Kriterium für die Güte eines Systems und die Leistung einer Station dar. Telefunken gibt daher unter Garantie stets die von jeder Station zu erwartende Antennen-Energie an und benennt auch ihre Stationstypen nach dieser Energie. Bei dem Marconisystem und den übrigen mit sehr schlechtem Wirkungsgrade arbeitenden Sendeanordnungen wird eine Angabe des Nutzeffekts der Stationen ängstlich vermieden, auch nicht etwa die Antennen-Energie genannt, sondern die angegebene KW-Zahl (Marconi bezeichnet

seine Stationen mit 1 KW, 2 KW, 5 KW Type usw.) bedeutet nicht etwa die Leistung, sondern den Kraftverbrauch der Station.

Solange es Systeme gibt, deren Wirkungsgrad zwischen 10% und 80 % schwankt, liegt es sehr im Interesse der Abnehmer, ganz besonders nach der Antennen-Energie zu fragen und das System zu wählen, welches bei geringstem Primärbedarf die größte Antennen-Energie erzielt, denn wer einen funkentelegraphischen Sender nach Kraftverbrauch bestellt, kann ebensogut eine Kraftmaschine nach Brennstoffverbrauch bestellen, ohne sich um die tatsächliche Arbeitsleistung zu kümmern.

Man sollte es nicht für möglich halten, daß dies tatsächlich in der drahtlosen Telegraphie häufig geschieht!

Nun sagen die Gesellschaften, welche den Wirkungsgrad ihres Systems verbergen müssen, den Abnehmer interessiert nur die Reichweite und nicht die Antennen-Energie, wenn konkurrierende Gesellschaften denselben Kraftbedarf für eine verlangte Verbindung vorschlagen.

Das ist vollkommen falsch, denn selbst in diesem für die betr. Gesellschaften günstigsten Falle bietet der Konkurrent mit dem guten Wirkungsgrad bedeutend mehr zu demselben Preise. Nehmen wir z. B. an, Telefunken schlägt für eine gewisse Verbindung die Type 15 TK. vor, das bedeutet: die Station leistet 15 KW in der Antenne bei einem Kraftbedarf von höchstens 30 KW; daraufhin wird Marconi, um zu konkurrieren, sich entschließen für dieselbe Verbindung seine 30 KW-Type anzubieten.

Da der Wirkungsgrad des Marconisystems, nachdem man vor kurzem zu einem Surrogat von tönenden Funken übergegangen ist, sich bedeutend gebessert hat und jetzt ca. 250 % beträgt, liefert Marconi im vorliegenden Falle also eine Station mit nur etwa 7,5 KW tatsächlicher Leistung gegenüber 15 KW der Telefunkenstation.

Der Käufer wird nun wahrscheinlich sagen, daß die beiden Angebote für ihn gleich sind, denn Reichweite, Kraftbedarf und Preis sind von beiden Gesellschaften übereinstimmend angegeben. Er vergißt aber zu seinem eigenen Schaden und wird es meistens erst später gewahr, daß die Station mit 7,5 KW Leistung für die Verbindung gerade ausreicht, aber ohne den in der drahtlosen Telegraphie so sehr nötigen Sicherheitskoeffizienten arbeitet, während die Telefunken-Station bei gleichem Kraftbedarf 15 KW, d. h. einen Kraftüberschuß von 100 % und unvergleichlich größere Betriebssicherheit ergeben hätte.

Weitere Vorteile weist das neue System auf, sobald während des Betriebes atmosphärische Störungen auftreten, denn die Empfänger von älterer Systeme

werden ganz besonders stark in Mitleidenschaft gezogen, weil die Sender mit sehr stark gedämpften Schwingungen arbeiten und die korrespondierenden Empfänger wegen der erforderlichen festen Kopplung sich nur schwer von Störungen freimachen können. Die wenig gedämpften Schwingungen des neuen Systems dagegen gestatten beim Empfänger die Anwendung einer sehr losen Kopplung; außerdem ist der im Telephon hörbare musikalische Ton des „tönenden Senders" schon an und für sich von den atmosphärischen Störungen gut zu unterscheiden.

Das neue System bietet also gute Chancen zur Erzielung allergrößter Reichweiten, das hat die Praxis inzwischen bewiesen; aber wie weit kann man mit elektrischen Wellen telegraphieren, gibt es überhaupt eine Grenze? Nach der heutigen Auffassung theoretisch nicht!

Die Reichweite ist in erster Linie abhängig von der Größe der durch die Antenne in den Äther ausgestrahlten Hochfrequenzenergie, ganz gleichgültig, ob diese Energie mittels Funken, Lichtbogen oder direkt von einer Hochfrequenzmaschine erzeugt wird, sowie von der richtigen Wahl der Wellenlänge.

Man muß sich nun natürlich nicht vorstellen, daß man in eine gegebene Antenne jeden beliebigen Energiebetrag hineinschicken kann, denn dann könnte man einfach einen Hochfrequenzerzeuger von 1000 KW Leistung an eine Schiffsantenne anschließen und um die Erde telegraphieren.

Die Schwierigkeit, große Reichweiten zu erzielen, besteht vielmehr darin, daß gleichzeitig mit der Energie auch die Antennenkapazität erhöht, d. h. die obere horizontale Antennenfläche ausgedehnt und der Abstand dieser Fläche vom Erdboden vergrößert werden muß.

Zu welchen Dimensionen dies führt, zeigt die frühere Anordnung der Antenne in Nauen, deren Kapazitätsfläche sich im Maximum 100 m, im Mittel 80 m über dem Erdboden befand, eine Fläche von etwa 31 400 qm deckte, aber doch nicht mehr als 35—40 KW Hochfrequenzenergie aufnahm. Versuchte man mehr hineinzuschicken, so trat eine Energiesättigung ein, die sich zuerst in einer bei Dunkelheit sichtbaren Verluststrahlung bemerkbar machte, bis schließlich die Spannung im Höchstfalle die Isolation durchschlug.

Man kann hieraus schließen, welch mächtige Antennengebilde gebaut werden müssen, wenn man an Probleme, wie z. B. die direkte Verbindung Deutschlands mit den Kolonien herantritt, zu der wohl 100 KW Hochfrequenz und mehr erforderlich sein werden. Geht man noch weiter und will mehrere 100 KW ausstrahlen, so werden eine Anzahl Eifeltürme nicht zu wenig sein, ja die Reichweite über 10000 km hinaus scheint weniger eine Energiefrage, als vielmehr eine Antennenfrage zu werden, wenn es nicht mit der Zeit gelingt, große Energiemengen durch



in die Erde eingegrabene Drahtgebilde auszustrahlen und die mit derartigen Methoden bisher schon erzielten Reichweiten noch entsprechend zu erhöhen.

Die Reichweite ist ferner abhängig von der Form der von der Senderantenne ausgestrahlten Schwingungen. Sind beispielsweise, wie bei den alten Funkensystemen, zwei Schwingungen vorhanden, von denen an der Empfangsstelle aber nur eine nutzbar gemacht werden kann, so liegt es auf der Hand, daß die Reichweite des Senders bei Maximalenergie nicht so groß sein kann, als wäre diese Energie auf eine einzige Schwingung konzentriert.

Abhängigkeit der Reichweite von äußeren Einflüssen.

Endlich wirken noch zwei wichtige Faktoren auf die Reichweitenleistung eines Senders ein, nämlich die Absorption und die benutzte Wellenlänge. Theoretisch nimmt die Intensität der ausgestrahlten Schwingungen auf ihrem Wege durch den Raum mit dem Quadrat der Entfernung ab. Tatsächlich aber geht diese Abnahme noch schneller vor sich, und zwar durch die Absorption, ähnlich wie dies bei den Lichtwellen der Fall ist. Die Absorption erfolgt teils in der Erdoberfläche, teils in der Atmosphäre, aber beide Verlustquellen lassen sich heute noch nicht trennen, sondern können nur gemeinschaftlich behandelt werden. Die Absorption der Energie hängt natürlich von Fall zu Fall von der Beschaffenheit der Erdoberfläche und der Atmosphäre ab. Sie steigt bei der drahtlosen Telegraphie über Land wesentlich, wenn Berge oder Wälder die Erdoberfläche bedecken und ferner je stärker die Sonnenbestrahlung ist. Das Sonnenlicht ist überhaupt der gefährlichste Feind der elektrischen Schwingungen, und alle seither erzielten besonders großen Reichweiten konnten nur in der Nacht erzielt werden. Aber ganz gleich, ob die Absorption durch die Erdoberfläche oder durch das Sonnenlicht hervorgerufen wird, das einzige bis zu einem gewissen Grade wirksame Mittel dagegen ist die Verlängerung der Wellenlänge. Hieraus folgt, daß für die Radiostation, für jede Tageszeit, für jede Entfernung und für jede Richtung bei gegebener Antenne eine andere Wellenlänge die günstigste sein kann. Es ist daher unmöglich, ganz allgemein von einer günstigsten Wellenlänge bei einer bestimmten Station zu sprechen, vielmehr variiert diese von Stunde zu Stunde und von Kilometer zu Kilometer.

Mit Rücksicht auf diese Tatsache kann man bei einer drahtlosen Station überhaupt nicht von einer bestimmten Leistung ganz allgemein sprechen, sondern von einer Tagesreichweite und einer Nachtreichweite, die in der Praxis 2—3 mal so groß als die erstere angenommen wird.



Das Kurvenblatt (Fig. 2) gibt ein anschauliches Bild vom Verlauf der Energieschwächung bei Tag und bei Nacht.

Gelegentlich systematischer auf Woermanndampfern angestellter Empfangsversuche wurden besonders interessante Resultate auf dem Dampfer Eleonore Woermann (Deutschland—Kamerun) erzielt. Es wurden in Nauen täglich nachmittags und morgens 4 Uhr bis 4,40 mit Wellenlänge 2000 m und konstanter Sendeenergie Telegramme abgegeben.

Die mit Dunkelheit bezeichnete Kurve zeigt eine ziemlich gleichmäßige Abnahme der Empfangsenergie nach dem quadratischen Gesetz trotz Absorption durch die Erdoberfläche bis zu etwa 4600 km Entfernung, wo die Empfangsgrenze erreicht ist.


Einfluß des Sonnenlichtes auf die Reichweite. Versuche Nauen-Woermanndampfer.

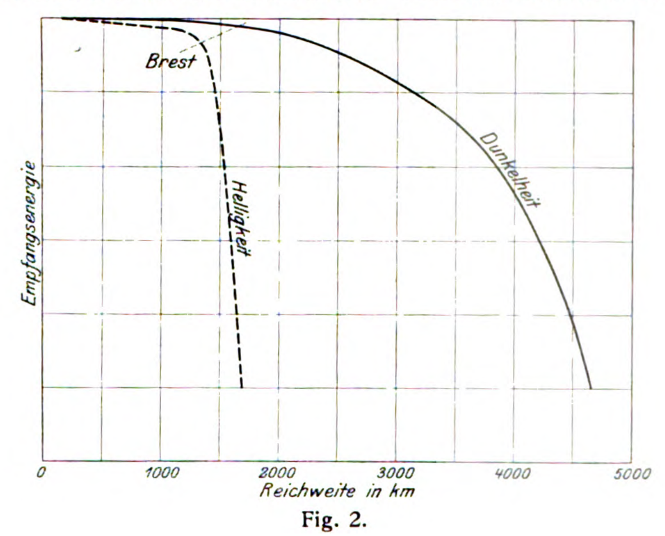


Fig. 2.

Auf der Fahrt Hamburg—Brest liegt zwischen Sende- und Empfangsort nur flaches Land, nach dem Passieren von Brest sind auch Gebirge zu überbrücken, trotzdem bleibt der Abfall ziemlich konstant.

Ergebnis: „Die Wellenlänge ist für die Nacht günstig gewählt; die Absorption durch Gebirge ist bei 2000 m Wellenlänge nachts nicht wesentlich größer als beim Übergang über flaches Land.“

Ein gänzlich verändertes Bild zeigt die untere Kurve des Tagesempfanges. Bis Brest ist der Abfall wiederum konstant, aber sowie das Gebirge dazwischen tritt, fällt die Empfangsenergie infolge Hinzutretens eines dritten Verlustfaktors der Belichtung steil ab und findet ihre praktisch brauchbare Grenze bereits bei etwa 1700 km.

Ergebnis: „Die Wellenlänge hätte über flaches Land vielleicht noch genügt, zur Überbrückung von Gebirgen am Tage ist sie jedoch noch zu kurz. Die an und für sich schon durch das Gebirge eintretende Absorption wird durch die Belichtung des zwischen Sende- und Empfangsort liegenden Raumes erheblich vergrößert.“

Abhängigkeit der Empfangsenergie von der Tageszeit.

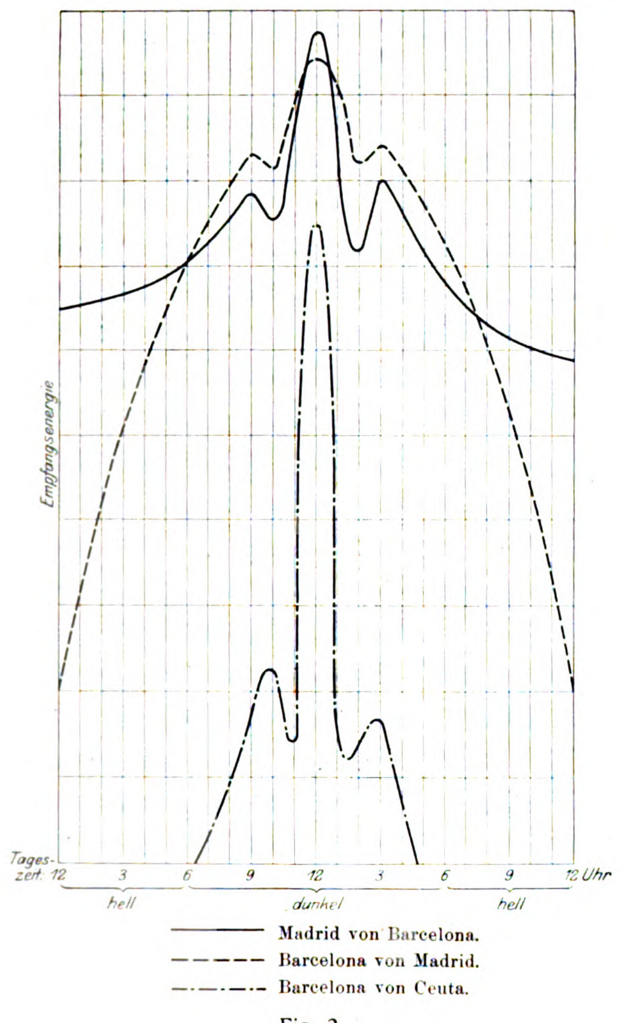


Fig. 3.

Das Kurvenblatt (Fig. 3) zeigt dieselbe Tendenz. Nachts ein Maximum der Empfangsenergie, mit vorschreitender Beleuchtung eine Abnahme. Die drei Kurven sind auf den Stationen Madrid, Barcelona und Ceuta (Marokko) aufgenommen und geben ein klares Bild der Energieverhältnisse zu den verschiedenen Tagesstunden.

Die obere ausgezogene Kurve stellt das Empfangsergebnis in Madrid von der Sendestation Barcelona 500 km über hohes Gebirge dar.

Mittags ist gerade genügend Empfangsintensität vorhanden, die sich bis zum Sonnenuntergang erhöht; plötzlich tritt mit Beginn der Dunkelheit eine starke Depression ein und nach kurzer Zeit ein rapides Aufschnellen der Energie, die ungefähr Mitternacht ihr Maximum erreicht. Nach Mitternacht fällt die Intensität wieder ebenso stark bis kurz vor Sonnenaufgang, um nachher plötzlich anzusteigen und mit hochsteigender Sonne bis Mittag abzufallen.

Alle drei Kurven zeigen die gleichen Schwankungen und geben besonders die charakteristischen Erscheinungen zur Zeit des Sonnenaufganges und -unterganges übereinstimmend wieder. Der Unterschied in der Empfangsintensität ist auf die Verschiedenheit der benutzten Antennen und Senderenergien zurückzuführen.

Die von mir gebrachten Kurven stellen mit Ausnahme von Fig. 1 und 7 praktische Betriebsergebnisse dar, und zwar wurden die Mittelwerte der von verschiedenen Ingenieuren und Telegraphisten vorgenommenen Messungen zugrunde gelegt. Auf wissenschaftliche Genauigkeit machen sie jedoch keinerlei Anspruch, da es sich nur um subjektive Beobachtungen handelt, bei denen der große Unterschied in der Hörfähigkeit der Beobachter nicht in Anrechnung gebracht ist.

Fast alle zurzeit in der Praxis auf Empfangsstationen erfolgenden Messungen sind nämlich sogenannte Lautstärkemessungen, in der Weise ausgeführt, daß parallel zum Empfangstelephon ein Meßwiderstand geschaltet und solange verändert wird, bis die im Telephon hörbaren Empfangszeichen für den Telegraphisten nicht mehr wahrnehmbar sind. Die Größe des im Moment des Verschwindens der Zeichen eingeschalteten Parallelwiderstandes ist dann ein Kriterium für die Empfangsintensität, und man sagt z. B. es werde mit 100 Ohm empfangen. Auf diese Weise wird die Leistung von Sendestationen, die Empfindlichkeit von Empfangsstationen, die Güte von Detektoren festgestellt, und es ist klar, daß die so gewonnenen Meßresultate nur für den praktischen Telegraphierbetrieb brauchbar sind.

Bisher habe ich nur von der Reichweite im Verkehr zwischen Stationen mit gleicher Antenne und gleicher Energie gesprochen.

Ich bezeichnete mit Reichweite eine Kilometerzahl, bei der gerade noch so viel Schwingungsenergie im Raume vorhanden ist, daß ein Empfänger mit gleich großer Antenne als die des Senders eine für das Verstehen von Nachrichten genügende Tonstärke im Telephon aufweist. In Wirklichkeit ist aber die Empfangsantenne häufig gänzlich verschieden von der Sendeantenne. Land- und Küstenstationen haben meistens große, d. h. hohe und räumlich weit ausgebreitete Antennen, Schiffe dagegen stets kleine, welche auf kleineren Fahrzeugen sogar recht



bescheidene Abmessungen annehmen. Ein Schiff wird also von einer Landstation gewöhnlich nur auf eine Entfernung empfangen können, die geringer ist, als die ursprüngliche Leistung der betr. Sendestation im Verkehr mit einer gleichwertigen Gegenstation.

Will man vermeiden, daß die Reichweite einer Landstation nach einer Schiffsstation erheblich sinkt, so muß man entweder die Sendeenergie der Landstation, oder die Höhe und Kapazität der Schiffsantenne vergrößern, und zwar wächst die in einer Antenne nachweisbare Empfangsintensität proportional mit der Höhe und Kapazitätsfläche derselben.

Besonders unangenehm macht sich die Verschiedenheit der Antenne geltend, wenn Schiffe die Signale sehr großer Landstationen aufnehmen sollen, da diese häufig Wellen von 4000—6000 m anwenden. Von einem solchen Wellenzuge fängt die Schiffsantenne auf große Entfernungen nur wenig auf. Eine Landstation, die mit einem Schiffe auf große Entfernungen telegraphieren will, darf also nicht zu lange Wellen anwenden, sondern muß sich der Schiffsantenne anpassen. Wenn es auch technisch recht schwierig ist, große Energie bei kleiner Welle abzugeben, so läßt es sich doch bis zu einem gewissen Grade mit speziell hierfür geeigneten Landantennen ermöglichen.

Bisher erzielte Leistungen.

Ich habe vorhin ausgeführt, daß die Reichweite theoretisch unbegrenzt ist und, soweit es sich heute übersehen läßt, nur die Höhe und Ausdehnung der Antennenbauten uns eine gewisse Reserve auferlegen wird, während die Erzeugung der nötigen Hochfrequenzenergie keine Schwierigkeiten bietet.

Wie groß sind nun die bis heute dargestellten Beträge von Hochfrequenz und welche Reichweite hat man bisher erzielt?

Die erste Frage ist leicht zu beantworten; die kleinsten heute im Gebrauch befindlichen Stationen für etwa 50 km Tagesreichweite haben ungefähr 100 Watt in der Antenne, während die größten bisher gebauten Stationen, die Telefunkenstation Nauen und die den Depeschenverkehr Irland—Canada ausübenden Marconistationen Clifden und Glacebay mit etwa 30—40 000 Watt **schwingender** Energie arbeiten.

Mit dieser Energie lassen sich, wie ich gleich beweisen werde, schon recht erhebliche Entfernungen überbrücken, aber die großen Probleme der Zukunft, Verbindung mit den Kolonien und transozeanische Telegraphie vom europäischen Festlande aus, verlangen doch die Ausstrahlung noch größerer Energien. Auch hier ist Deutschland in der Front, denn die Telefunken-Gesellschaft hat neuerdings

einen Funkensender für etwa 100 KW Hochfrequenzleistung gebaut, und die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft baut ebenso wie die neugegründete Goldschmidt-Gesellschaft zurzeit Wechselstrommaschinen von 100 KW und mehr für so hohe Periodenzahlen, daß die schnellen elektrischen Schwingungen direkt aus der Maschine unter Vermeidung von Funkenentladungen in die Antenne geleitet werden können.

Zur Ausstrahlung dieser großen Schwingungsenergien sind natürlich riesige Türme und Antennengebilde erforderlich, und ich kann heute zum ersten Mal verraten, daß inzwischen in aller Stille die Antenne der Station Nauen für die Ausstrahlung von mehr als 100 KW Hochfrequenzenergie hergerichtet ist.

Fig. 4 zeigt einen Vergleich zwischen alter und neuer Antenne. Der bekannte auf einer Spitze isoliert stehende Eisenturm von 100 m ist noch um

Vergrößerung der Antenne Nauen 1911.

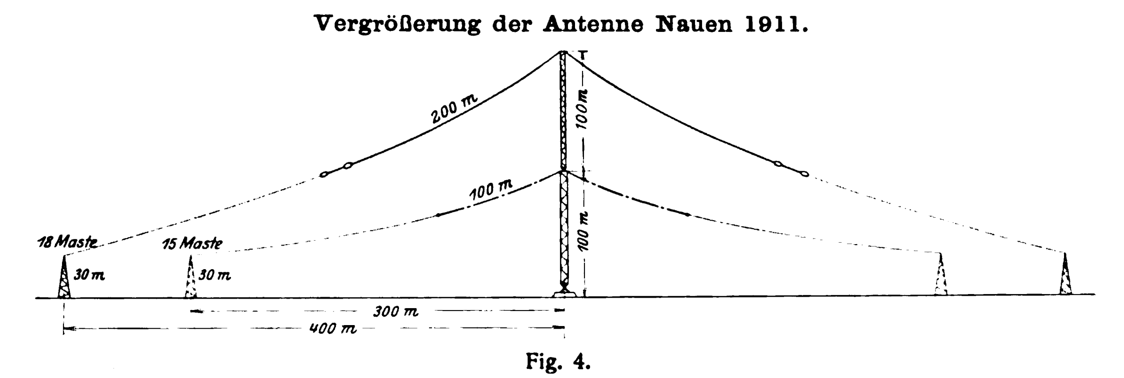


Fig. 4.

weitere 100 m Gitterkonstruktion erhöht worden, so daß der Nauenturm mit 200 m nächst dem Eiffelturm das höchste Bauwerk der Erde ist. Um den Turm herum sind in einem Abstand von 400 m vom Fußpunkt noch 18 Holzgerüste von je 30 m Höhe aufgestellt, an denen die von der Turmspitze schirmförmig auslaufenden je 200 m langen Antennendrähte befestigt sind. Die wirksame Capacitätsfläche der Antenne beträgt jetzt ca. 120 000 qm.

Die soeben erst beendete Erhöhung des Nauener Turmes um weitere 100 m ist ein Ingenieurkunststück ersten Ranges, und ich glaube, daß die der Konstruktion zugrunde liegende Idee ihresgleichen nicht hat. Der untere alte Turm ist nicht etwa verlängert worden, d. h. mit dem neu aufgesetzten Gitterwerk starr verbunden, sondern es ist ein selbständiger zweiter gleich hoher Turm auf ihn heraufgesetzt. Der obere Turm ruht auf einem in der Spitze des unteren Turmes eingebauten von Erde isolierten Kugelgelenk und schwebt frei in der Luft, nur von Pardunen in seiner vertikalen Richtung gehalten.

Etwas von Akrobatenstatik liegt unzweifelhaft in der ganzen Idee, aber das von der Telefunken-Gesellschaft und der Eisenkonstruktionsfirma Hein, Lehmann & Co., Reinickendorf, angestrebte Ziel, geringes Gewicht, kleine Basis, Isolationsmöglichkeit gegen Erde, ist glänzend erreicht. Die Arbeiten an der Erhöhung begannen Mitte Juli, haben also 4 Monate gedauert. Die seit Oktober häufig anfgetretenen orkanartigen Stürme haben die Arbeiten sehr behindert und gefährdet; der Turm hat aber diese Feuerprobe gut bestanden, trotzdem er während des Baues nur provisorisch abgespannt war. Jetzt sind die reichlich dimensionierten Stangen aus massivem Rundstahl, an denen der ganze Turm hängt, endgültig verankert und genau ausgerichtet, so daß selbst bei schwerstem Sturm Schwankungen bis zu $^3/_4$ Meter an der Spitze, wie es beim Bau häufig vorgekommen ist, glücklicherweise nicht wieder auftreten dürften.

Ich möchte noch erwähnen, daß zwecks Zeitersparnis der Bau des Hauptfundamentes und der Isolation unter dem Fußpunkt gleichzeitig mit dem Hochbau vor sich ging. Zu diesem Zweck wurde der Turm hydraulisch gehoben und in ein untergeschobenes Eisengestell gesetzt. Die Fundamentarbeiten konnten nun Wochen lang unbehindert unter dem frei in der Luft schwebenden Turmfuß vor sich gehen und waren erst beendet, als der Turm bereits 170 m hoch war. Alsdann wurde er auf sein neues Fundament gesetzt.

In einem großen Neubau (Fig. 4a) kommen zwei Hochfrequenz-Generatoren zur Erzeugung von je etwa 100 KW Schwingungsenergie zur Aufstellung. Einer derselben ist nach dem System der tönenden Funken ausgeführt, der andere besteht aus der schon erwähnten, von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft für die Telefunken-Gesellschaft konstruierten Hochfrequenzmaschine.

Diese zweifache Ausstattung erfolgt einerseits, um im großen Maßstabe Vergleichsversuche zwischen der Funkenmethode und der Hochfrequenzmaschine vorzunehmen, andererseits um die in deutschen technischen und finanziellen Kreisen zurzeit verbreitete irrige Ansicht richtigzustellen, daß man zur Erzeugung sehr großer Schwingungsbeträge und zur Erzielung großer Reichweiten allein auf Hochfrequenzmaschinen angewiesen ist.

Es ist zu hoffen, daß diese außerordentlich kostspielige Anlage in Nauen sich auch bewährt und daß nunmehr noch größere Aufgaben als bisher gelöst werden.

Was nun die bisher erzielten Reichweitenresultate betrifft, so wollen wir die unkontrollierbaren Zeitungsnachrichten übergehen, wenn ich auch nicht gerade sagen will, daß sie alle erdacht sind.



200 m Turm der Telefunken-Station Nauen.

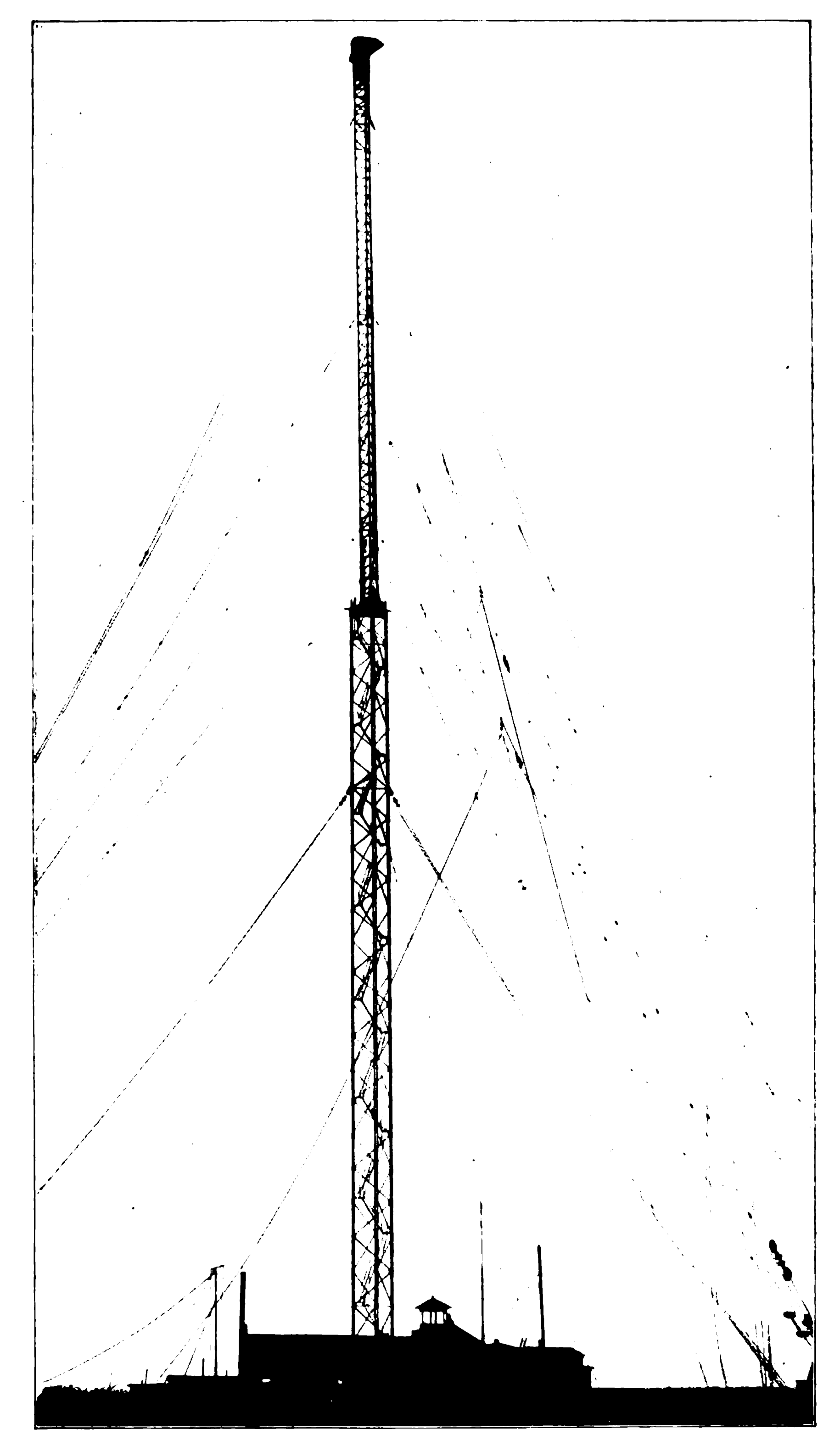


Fig. 4a.

Die schon erwähnten Marconistationen Clifden und Glacebay verkehren ständig miteinander auf ca. 3100 km und bilden derzeit die größte zwischen zwei festen Punkten bestehende Dauerverbindung.

Die deutsche Station Nauen ist nur Versuchsstation und hat daher keine ständige gleichwertige Gegenstation; die sorgfältig durchgeführten Versuche haben jedoch gezeigt, daß ihre Reichweite den Marconistationen überlegen ist.

Ein im vorigen Jahr angestellter Empfangsversuch auf dem Dampfer „Bosnia" der Hamburg-Amerika-Linie ergab eine Reichweite von reichlich 5000 km. Es gelang, auf diese Entfernung ganze Telegramme zu übermitteln und wenn man berücksichtigt, daß Nauen bei jenem Versuch nur mit etwa 60 % der bei den Marconi-

Reichweitenversuch Nauen-D. Bosnia.

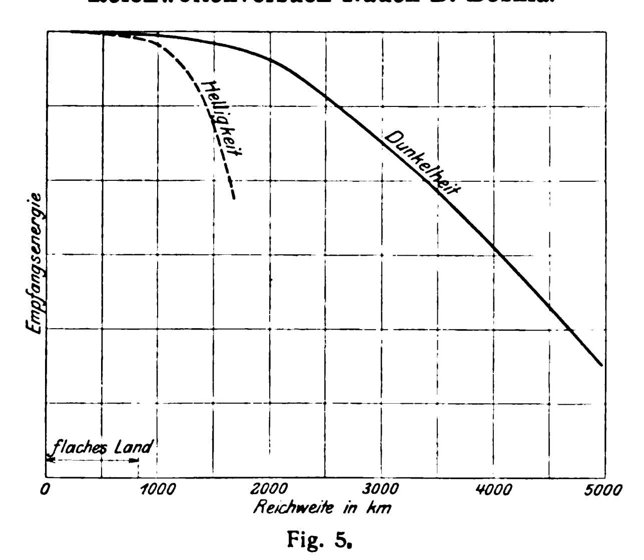


Fig. 5.

stationen benutzten Antennenenergie arbeitete, kann man den Ausdruck Überlegenheit wohl verantworten. Es kommt noch als sehr erschwerend für Nauen hinzu, daß die Station im Gegensatz zu den Marconistationen mitten im Lande liegt, und daß die empfangende Gegenstation nur mit einer **kleinen Schiffsantenne** versehen war.

Die nach den vom Kapitän beglaubigten Empfangsprotokollen gezeichnete Kurve (Fig. 5) stellt den Mittelwert der bei den verschiedenen Entfernungen meßbaren Empfangsenergie dar und zeigt eine gesetzmäßige Abnahme. Bei 5000 km ist die Lautstärke noch so groß, daß ein Teil der Telegramme aufgenommen werden kann. Bei der nächsten in der folgenden Nacht einsetzenden Sendeperiode ist keine Intensität mehr nachweisbar, denn das Schiff hat sich inzwischen bis auf ca. 5600 km entfernt.

Die Tageskurve zeigt wie immer einen viel stärkeren Abfall und die Intensitätsgrenze ist schon bei 1700 km erreicht. Wenn der Empfänger eine sehr große, dem Nauensender gleichwertige Antenne gehabt hätte, würde man für den Tag eine größere Welle als 2000 m ausgesendet und dadurch die Tagesreichweite erheblich erhöht haben. In dem vorliegenden Falle aber war man an die Abmessungen einer Schiffsantenne gebunden und mußte den starken Reichweitenabfall am Tage in Kauf nehmen.

Verbreitung.

Es erübrigt sich auf den Nutzen der Radiotelegraphie und auf die Vorteile einzugehen, welche sie in militärischer, handelspolitischer und nautischer Beziehung mit sich bringt. Es genügt zu konstatieren, daß sie sich trotz der mannigfachen Schwächen allmählich durchgesetzt hat und in immer steigendem Maße benutzt wird. Fast jeder Staat hat das neue Nachrichtenmittel dem öffentlichen Verkehr nutzbar gemacht, kein Kriegsschiff wird mehr ohne eine Station gebaut, Feuerschiffe, Festungen, Luftschiffe, Automobile und Militärpatrouillen werden mit Stationen versehen.

Nachdem fast alle Länder mit Ausnahme von Italien und den Vereinigten Staaten die Beschlüsse des internationalen Berliner Funkenkongresses ratifiziert haben, ist die Besetzung der Küsten, besonders an den Hauptschiffahrtswegen, eine bedeutend bessere geworden.

Die internationale Liste der öffentlichen Radiostationen zeigt, daß jetzt ein von deutschen Häfen auslaufendes Schiff bis zum Suez-Kanal bezw. bis zur marokkanischen Küste ständig in Verbindung mit dem Lande treten kann. Die nach Ostasien gehenden Schiffe haben allerdings nach Eintritt in das Rote Meer nicht so günstige Verbindungsmöglichkeiten, da Italien seine Stationen in Eryträa, wie auch leider in Italien selbst, dem unbeschränkten öffentlichen Verkehr verschließt und England in dieser Gegend sowie weiter an der indischen Küste noch wenig für den öffentlichen Funkentelegraphenverkehr sorgt, sondern die wenigen bestehenden Stationen für militärischen Dienst reserviert.

Energisch geht die holländische Regierung vor, welche in Sabang an der Nordspitze von Sumatra eine für die Schiffahrt sehr wichtige Station, System Telefunken, jetzt eröffnet und weitere Stationen in Java und Borneo in Arbeit genommen hat. Auch die Philippinen und die chinesische Küste bieten einige Verbindungsmöglichkeit, während natürlich Japan, welches sich neuerdings auch des Telefunkensystems bedient, eine sehr dichte Kette von Küstenstationen besitzt. Australien hat ebenfalls das Telefunkensystem adoptiert und ist zurzeit



damit beschäftigt, die ersten beiden Stationen in Sydney und Fremantle zu errichten. Um inzwischen dem dringendsten Bedürfnis für die Schiffahrt abzuhelfen, hat die australische Telefunken-Gesellschaft eigene Stationen in Melbourne und Sydney errichtet und bis auf weiteres zur Verfügung gestellt.

Leider haben die eifrigsten Vorkämpfer für die internationale Verständigung auf funkentelegraphischem Gebiete, die Amerikaner, den Vertrag nicht ratifiziert, so daß es an den Küsten der Vereinigten Staaten keine Station gibt, welche dem unbeschränkten öffentlichen Verkehr offen steht. Die staatlichen Stationen sind für militärische Zwecke reserviert, die sehr zahlreichen Privatstationen können machen was sie wollen, und nehmen nur von den Schiffen Telegramme an, welche auch die Apparate von ihnen gekauft haben, bezw. welche besondere Betriebsabkommen mit ihnen haben. Für die Bedürfnisse der mit Telefunkensystem versehenen Schiffe ist jetzt von der Telefunkengesellschaft eine eigene Privatstation in New York errichtet.

Besser liegen die Verhältnisse in Zentralamerika und besonders in Südamerika. Mexiko hat jetzt in Veracruz und Campeche am mexikanischen Golf Stationen errichtet; weitere Stationen in Cuba stehen zur Verfügung und bei der Annäherung an die brasilianische Küste erhalten die von den Vereinigten Staaten kommenden Schiffe mit Para an der Amazon-Mündung, die von Europa kommenden Schiffe mit Fernando Noronha funkentelegraphische Verbindung, die bis Cap Horn nicht wieder aufhört.

Die Liste zeigt, wie vorzüglich die Ostküste von Südamerika mit Stationen besetzt ist, und es ist besonders interessant, daß von den vorhandenen 66 Küstenstationen allein 49 nach dem deutschen System Telefunken errichtet sind.

In der Südsee und am Stillen Ozean ist noch wenig geschehen. Zwar hat Neuseeland jetzt Stationen neuen Systems in Bau genommen und die deutsche und englische Regierung haben die Absicht, auf ihren Inseln drahtlose Telegraphie einzuführen, aber an der Festlandsküste sowohl auf der Westseite von Nord- als auch Südamerika, sind die dem allgemeinen Verkehr zur Verfügung stehenden Stationen noch spärlich.

Wenn auch die Verbindungsmöglichkeiten mit der Küste noch besser sein könnten, so ist doch unzweifelhaft zu erkennen, daß der Zustand sich von Monat zu Monat bessert. Infolgedessen hat auch die Handelsschiffahrt ihre konservative Haltung aufgegeben, so daß 1911 bereits ungefähr 1000 Handelsschiffe, gegen 468 im Jahre 1910 eingerichtet sind. Veranlaßt zu diesem Vorgehen sind die Schiffahrtsgesellschaften allerdings nicht allein aus eigener Überzeugung, sondern weil die Vereinigten Staaten, Österreich, Italien und Argentinien gesetzgeberische

Maßnahmen getroffen bezw. in Vorbereitung haben, durch welche Passagierdampfer mit einer bestimmten Passagierzahl gezwungen werden sollen, funkentelegraphische Apparate zu führen. Das amerikanische Gesetz ist sogar so weitgehend, daß nicht allein amerikanische Schiffe, sondern überhaupt Schiffe, welche amerikanische Häfen berühren, betroffen werden, so daß ein gewisser Teil des Aufschwungs sicherlich wohl auf Rechnung desselben gesetzt werden kann.

Ganz abgesehen aber hiervon, die Handelsschiffahrt steht der Funkentelegraphie nicht mehr fremd und mißtrauisch gegenüber, sondern bedient sich ihrer in immer steigendem Maße.

Die internationale Liste gibt im Juli 1911 713 Stationen auf Kriegsschiffen, 673 Stationen auf Handelsschiffen und 197 Landstationen, also insgesamt 1583 Stationen an.

Land	Kriegs-schiffe	Handels-schiffe	Land-stationen
Belgien	—	20	1
Brasilien	25	—	11
Canada	—	9	32
Chile	9	—	4
Dänemark	13	4	8
Deutschland	98 außer Torpedobooten	156	16
Frankreich	140	38	18
Großbritannien	220	296	40
Griechenland	13	3	—
Italien	87	48	19
Japan	keine Angab.	20	6
Monaco	—	1	—
Niederlande	18	33	6
Norwegen	13	5	4
Österreich-Ungarn	37	5	3
Portugal	5	2 (Azoren)	5
Rumänien	—	5	1
Rußland	keine Angab.	2	17
Schweden	27	—	2
Spanien	7	26	2
Uruguay	1	—	2
	713	673*)	197

*) Einschließlich der Vereinigten Staaten dürften bereits 1000 Schiffe jetzt ausgerüstet sein!



Daß die deutsche Kriegsmarine und Armee die Radiotelegraphie in ausgedehntem Maße benutzen, ist bekannt, nicht so bekannt ist, daß auch die deutsche Handelsflotte seit kurzem sehr rege ist und daß jetzt insgesamt 163 Stationen im Betrieb bezw. im Bau sind, die sich auf folgende Reedereien verteilen:

I. Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg . . . . 46 Dampfer
II. Norddeutscher Lloyd, Bremen . . . . 46 „
III. Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg . . . . 10 „
IV. Woermann-Linie, Hamburg . . . . 6 „
IVa. Deutsche Ost-Afrika-Linie, Hamburg . . . . 7 „
V. Kosmos-Linie, Hamburg . . . . 7 „
VI. Stettiner Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Stettin . . . . . 1 „
VII. Roland-Linie, Bremen . . . . 7 „
VIII. Deutsche Dampfschiffahrts-Gesellschaft Hansa, Bremen . . 4 „
IX. Dampfschiffahrts-Gesellschaft Argo, Bremen . . . . 4 „
X. Hugo Stinnes, Mülheim-Ruhr . . . . 10 „
XI. Bd. Blumenfeld, Hamburg . . . . 2 „
XII. Norddeutsche Seekabelwerke, Nordenham . . . . 2 „
XIII. Cuxhavener Hochseefischerei, Cuxhaven . . . . 5 „
XIV. Geestemünder Herings- und Hochseefischerei, A.-G., Geestemünde . . . . 2 „
XV. Norddeutscher Lloyd, Bremen . . . . 1 „
XVI. Kiel-Korsör-Linie, Kiel . . . . 3 „

Nach Schiffsrouten und Schiffsart verteilen sich die mit Funkentelegraphie ausgerüsteten deutschen Schiffe, wie folgt:

Route	Passagier-Dampfer	Passagier- u. Fracht-Dampfer	Fracht-Dampfer u. Diverse
Ost- und Nordsee	4	8	15
Nordamerika	4	57	—
Mittelamerika.	—	4	—
Südamerika (Ost)	—	18	—
Südamerika (West)	—	11	6
Mittelmeer	—	—	4
Ost- und Westafrika. . . .	—	16	—
Ostasien	—	9	—
Australien	—	6	—
Wilde Fahrt	—	—	1
	8	129	26

Wenn ich noch vermerke, daß die deutschen Schiffe im Jahre 1911 auf etwa 780 Reisen ungefähr 127 000 Radiotelegramme, im Durchschnitt also etwa 163 pro Reise, erhalten oder gesandt haben, glaube ich den Beweis erbracht zu haben, daß die Radiotelegraphie in der deutschen Handelsschiffahrt bereits eine gewisse Rolle spielt.

Geschäftslage.

Mit der Verbesserung der funkentelegraphischen Technik und der Erweiterung des Anwendungsgebietes haben leider die kaufmännischen Erfolge der drahtlosen Gesellschaften nicht Schritt halten können.

Die Entwicklung ist eine zu überstürzte und kostspielige gewesen, überdies hat man sich vielfach zu früh an Aufgaben gewagt, für welche die Technik noch nicht reif war. Dazu kommen die ungeheuren Unkosten für Laboratorium und Reichweitenversuche, welche bei größeren Gesellschaften mehrere Hunderttausend Mark jährlich betragen, ein begrenztes Absatzgebiet und die Unmöglichkeit, wie in der übrigen Industrie längere Zeit dieselben Apparate und Maschinen in Massenfabrikation herstellen zu können. Die Technik der Radiotelegraphie schreitet auch noch heute so schnell vorwärts, daß gar nicht abzusehen ist, wann die Einrichtung einer geregelten und ertragsfähigen Fabrikation möglich sein wird.

So ist es nicht zu verwundern, daß die Funkentelegraphie, die stets für die Spekulation etwas mystisch Verlockendes hatte, schon viele Enttäuschungen bereitet hat. Eine Reihe von Gesellschaften besonders in Amerika, England und Frankreich sind zugrunde gegangen, nachdem viele Millionen verloren waren, und auch in Deutschland haben wir bereits den Zusammenbruch von drei Gesellschaften erlebt.

Auch die einzigen mit hohen Umsätzen arbeitenden Gesellschaften Marconi und Telefunken haben stets mit großen Verlusten zu kämpfen gehabt, und wenn die Marconi-Gesellschaft jetzt mit gutem Beispiel voranging und in diesem Jahre zum erstenmal eine Dividende für die gewöhnlichen Aktien ausgeschüttet hat, so steht dies, wenigstens nach deutschen Begriffen, weder mit der allgemeinen Geschäftslage in der Funkentelegraphie, noch mit der veröffentlichten Bilanz im Einklang.

Wann die Fabrikation und der Vertrieb funkentelegraphischer Apparate ein sicheres und ertragsfähiges Geschäft werden kann, ist unbestimmt, sicher ist jedoch, daß dies nicht der Fall sein wird, bevor die technische Entwicklung in ruhigere Bahnen gelangt ist.

Marconis Finanzleute haben dies zuerst erkannt, die Organisation frühzeitig auf das Telegraphen-Betriebsgeschäft zugeschnitten und den Kabeln den Krieg erklärt. Aber dieser Kampf ist ihnen bisher teuer zu stehen gekommen und ist trotz der niedrigen Anlagekosten radiotelegraphischer Verbindungen so lange



wenig aussichtsvoll, bis die Funkentelegraphie ihre Hauptfehler, Abhängigkeit von der Atmosphäre und Unmöglichkeit der absoluten Geheimhaltung gänzlich abgelegt hat.

Also vorläufig hat die Radiotelegraphie dort, wo bereits Kabel liegen, nur geringe Konkurrenzmöglichkeiten, aber Hand in Hand mit dem Kabel als Reserve, als Zuträger und Vorläufer desselben kann sie schon heute Großes leisten.

Stationstypen.

Entsprechend den verschiedenartigsten Verwendungsgebieten und den in der Praxis geforderten Reichweiten von 55 bis 5000 km und mehr, existieren eine große Zahl von verschiedenen Stationsausführungen. Es gibt zurzeit:

1. Stationen verschiedener Größe und Ausführung von 0,5 bis 100 KW Antennenenergie für Landstationen;
2. verschiedene Typen von 0,1 bis 5 KW Antennenenergie für Kriegsschiffe und in einfacher Ausführung für Handelsschiffe;
3. Militärstationen für den Transport durch Fahrzeuge, Menschen oder Tragtiere;
4. Stationen für Automobile, Motorballons, Freiballons und Flugzeuge.

Ich will einige dieser Typen im Bilde vorführen, aber eine auch nur annähernd eingehende Aufzählung all der Sende-, Empfangsapparate, Instrumente und Zubehörteile, welche heute in der Praxis im Gebrauch sind, würde bereits, allein auf das Telefunkensystem bezogen, über den Rahmen dieses Vortrages hinausgehen.

Daher werde ich mich darauf beschränken, Ihnen nähere Details **nur über die Funkentelegraphie in der deutschen Handelsschiffahrt** mitzuteilen und die wichtigsten hier zur Anwendung gelangenden Stationen und Apparate zu beschreiben.

Bei der Durchbildung von Schiffsstationen hat Telefunken grundsätzlich einen Unterschied zwischen Stationen für militärischen Betrieb (Kriegsschiffe) und solchen für kommerziellen Betrieb (Handelsschiffe) gemacht. Während bei den letzteren alles so einfach und so billig wie nur irgend möglich ausgestattet und als Endzweck nur angestrebt wird, mit geringen Mitteln eine gewisse Reichweite mit einer oder höchstens zwei der internationalen Wellenlängen zu erzielen, kommt es bei den militärischen Stationen nicht so sehr auf den Preis und die Einfachheit der Ausführung, als auf die Erfüllung der von der Front gestellten Anforderungen an. Die wichtigsten militärischen Forderungen sind: Große Reichweite, erheblicher Kraftüberschuß als Reserve, hohe Selektionsfähigkeit in elektrischer und akustischer Beziehung, Möglichkeit des raschen Wellenwechsels in einem großen Wellenbereich.



Kleinste Radiostation.

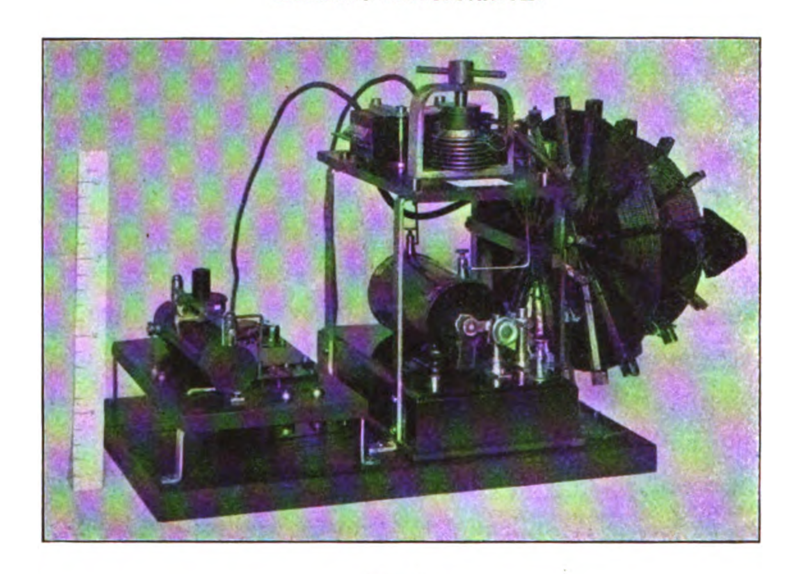


Fig. 6.

Sender für Fischdampfer.

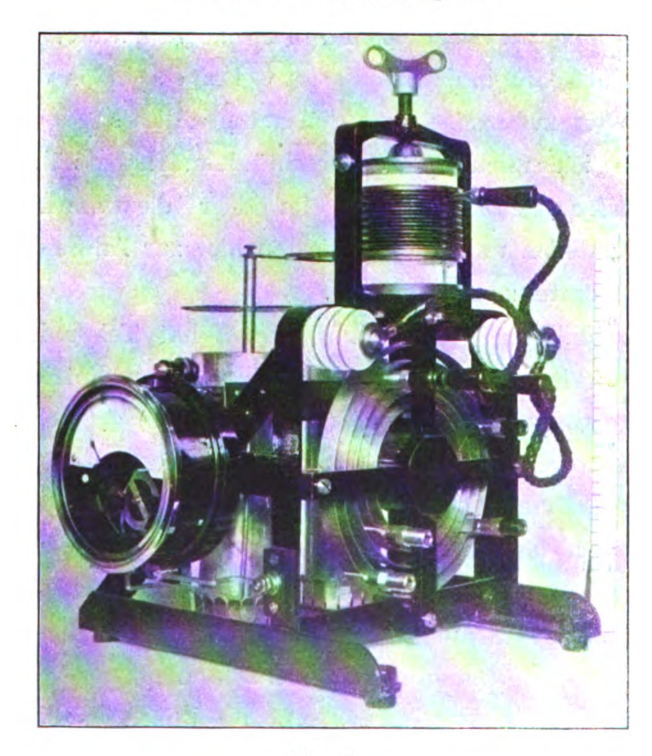


Fig. 6a.

Fig. 6 zeigt eine komplette mit einem Akkumulator angetriebene kleine Station mit etwa 5 km Reichweite für Schleppdampfer, Scheibendampfer, Äroplane, Freiballons und dergleichen. Die Station wiegt ca. 1 kg, der Akkumulator 5,0 kg.

Komplette Station für kleine Handelsdampfer.
(Vgl. Fig. 7 Kurve e.)

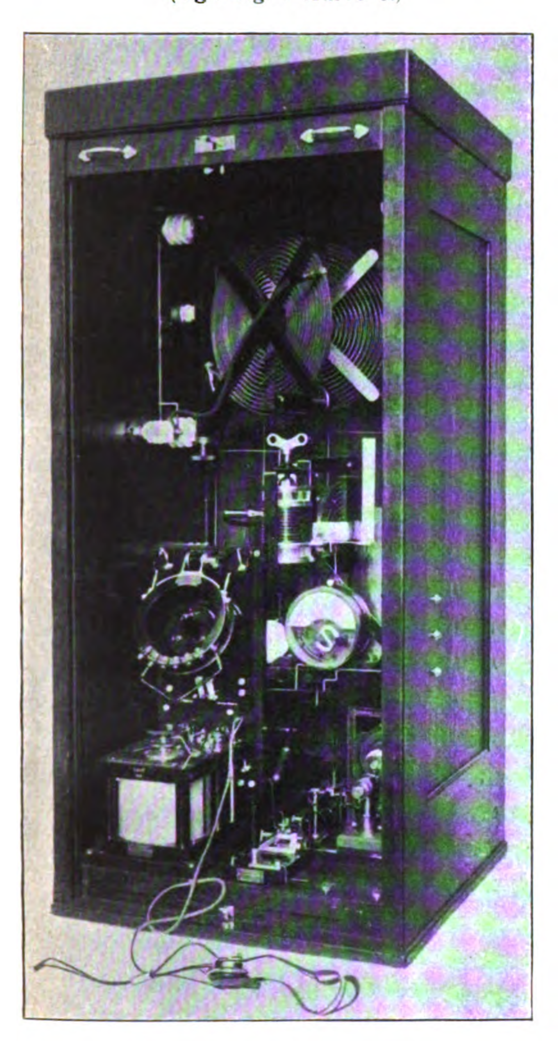


Fig. 6b.

Sender für sehr große Handelsschiffe.
(Vgl. Fig. 7 Kurve b.)

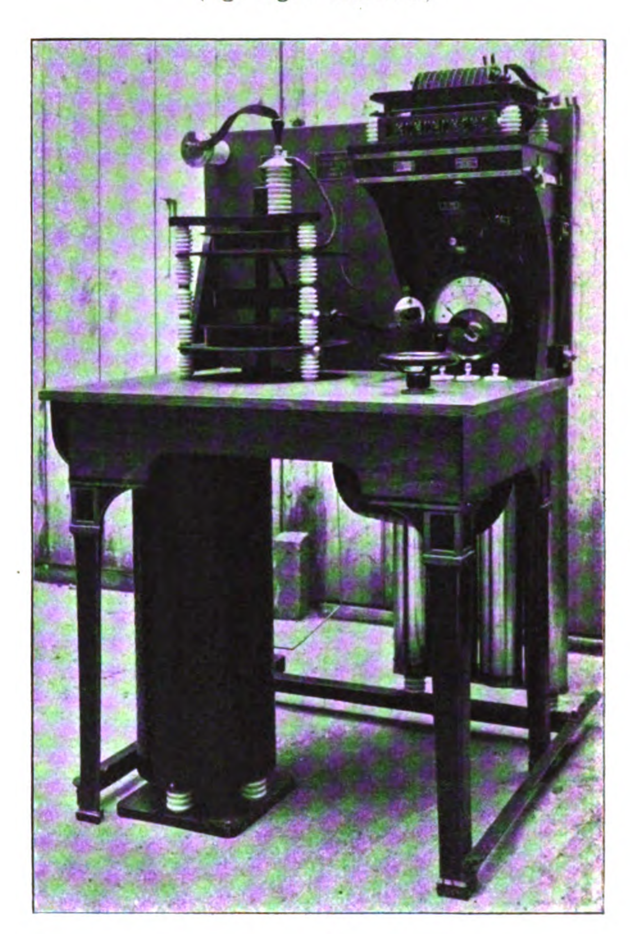


Fig. 6c.

Fig. 6 a stellt einen Sender dar, wie er für Fischdampfer, Küstendampfer und kleine Frachtdampfer benutzt wird. Derselbe Apparat ist in einem Schrank mit Empfänger, Luftdrahtspule und allem Zubehör zu einer Station vereinigt (Fig. 6 b) wie sie in einer größeren Anzahl Exemplare in der Schiffahrt in Gebrauch ist.

Die größte Sendertype, die bisher für Handelsschiffe zur Verwendung gelangt ist, leistet bei einem primären Wattbedarf von 5—6 KW eine Antennenenergie von 2,5 KW, während die Normalstation der Handelsflotte 1,5 KW ausstrahlt. Fig. 6c zeigt den Aufbau des Senders. Unter dem Tisch links ist der Induktor sichtbar, der den vom Wechselstromgenerator gelieferten Strom auf hohe Spannung transformiert und die hinter dem Tische angebrachten Leydener Flaschen, die Kapazität des Erregerkreises, aufladen. Die übrigen Teile des geschlossenen Schwingungskreises, die primäre Selbstinduktion und die Funkenstrecke, sind auf der rechten Seite des Tisches angeordnet, während Antennenspulen und Variometer links oben sichtbar sind.

Sender für 2,5 KW Antennenleistung. Tropenausführung.

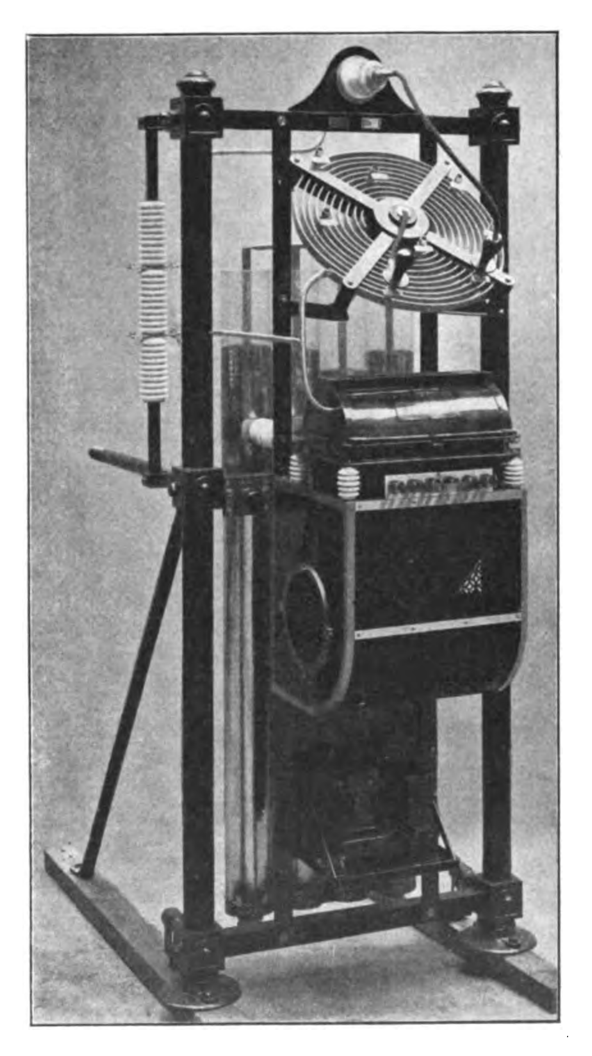


Fig. 6d.

Dieselbe Stationstype in recht kompendiöser modernster Ausführung zeigt Fig. 6d. Im Gegensat zu der älteren Konstruktion ist hier die Verwendung von Holz vermieden und statt Hartgummi ist ein neues tropenfestes Isolationsmaterial benutzt, so daß diese neue Apparatur in erster Linie für tropische Gegenden geeignet erscheint.

Der kleine Normalsender für Kriegsschiffe ist in Fig. 6e wiedergegeben. In gedrängtem Zusammenbau sind hier auf einer Grundfläche von nicht mehr als 60×60 cm die wichtigsten Teile des Senders vereinigt.

Um den in einem Holzkasten befindlichen Papierkondensator sind Funkenstrecke, Primärvariometer (links) und Antennenvariometer (oben) zugänglich angeordnet. Durch die Einstellung der Variometer auf einen bestimmten Selbstinduktionswert wird die gewünschte Welle hergestellt und der große Variations-

bereich der Variometer erlaubt eine kontinuierliche Veränderung der Wellenlänge bis 2000, ja sogar unter Umständen bis 3000 m und höher.

Fig. 6f zeigt die nach demselben Prinzip gebaute Station für ganz große Kriegsschiffe mit einer Schwingungs-Energie von ca. 5 KW in der Antenne. Der hinten rechts aufgestellte Induktor ladet 5 hinter dem Tisch sichtbare Leydener Flaschen von je 10 000 cm Kapazität auf. Diese bilden mit der über dem Amperemeter sichtbaren Serienfunkenstrecke und mit dem über dem Induktor angebrachten Primär-Variometer den Erregerkreis (Stoßkreis). Der Selbstinduktionswert des Primär-Variometers und damit die Wellenlänge des Stoßkreises kann

Sender für kleine Kriegsschiffe. Antennenleistung 1 KW.

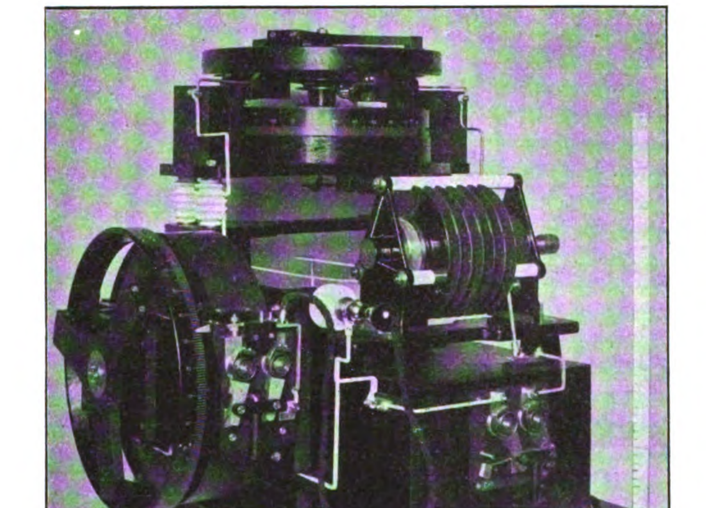


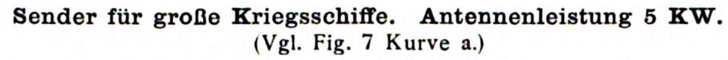
Fig. 6e.

durch Verschiebung verschiedener Spulen gegeneinander kontinuierlich verändert werden. Eine auf dem Variometer in Wellenlängen geeichte fortlaufende Skala ermöglicht in wenigen Sekunden die Abstimmung des Stoßkreises auf die gewünschte Welle. Mit dem Erregerkreis ist die Antenne durch ein großes zwischen zahlreichen Porzellan-Isolatoren eingebautes Sekundär-Variometer und durch ein Hitzdraht-Amperemeter galvanisch gekoppelt. Das mit Rücksicht auf die hohen Spannungen sehr sorgfältig konstruierte Variometer besteht aus 6 unbeweglich angeordneten Spulen, zwischen welchen 5 bewegliche Spulen hin- und herbewegt

werden können. Die Abstimmung der Station auf eine bestimmte Wellenlänge geschieht in einfachster Weise in wenigen Sekunden durch nur 2 Handgriffe:

1. Primär-Variometer wird nach der Wellenskala z. B. auf 2000 eingestellt,
2. Sekundär-Variometer wird variiert, bis das Amperemeter Maximalausschlag zeigt.

Sodann ist Welle 2000 vorhanden und die Station betriebsfertig!



Sender für große Kriegsschiffe. Antennenleistung 5 KW.
(Vgl. Fig. 7 Kurve a.)

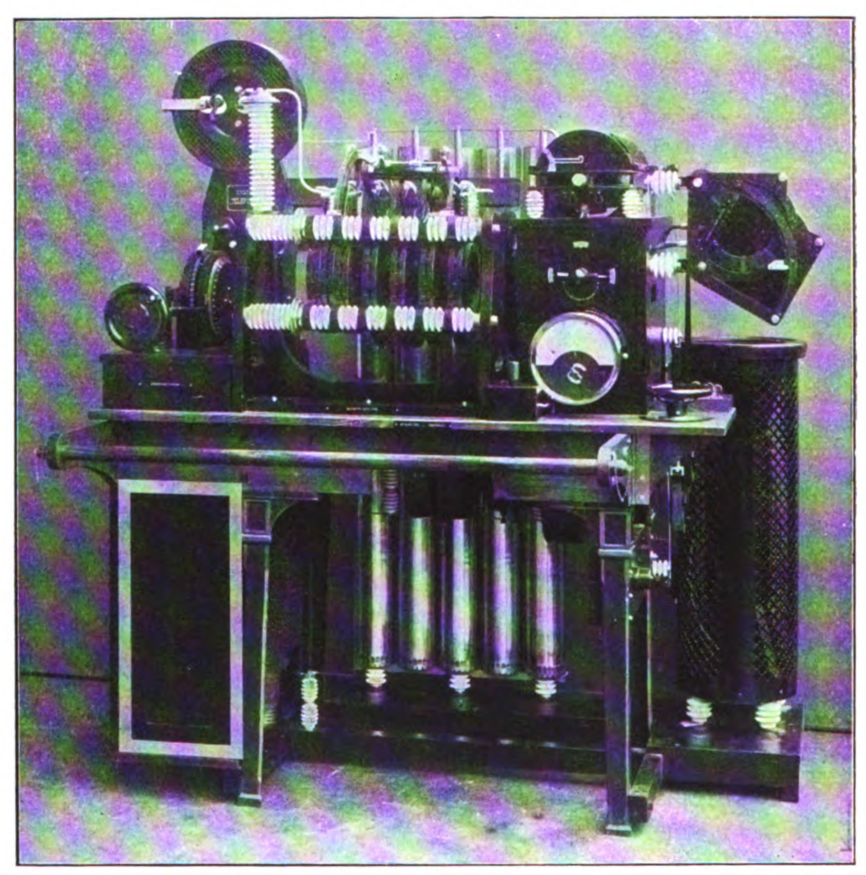


Fig. 6f.

In dem links unten sichtbaren Behälter befindet sich eine durch Handrad zu betätigende variable Hochspannungsdrossel, durch welche die Induktor-Resonanz eingestellt werden kann, wenn man mittels Änderung der Tourenzahl des Generators verschiedene Töne erzeugen will.

Die beschriebene Station gibt mit 5 KW Hochfrequenz annähernd das Maximum, welches eine normale Schiffsantenne überhaupt aufnehmen kann. Nach der heutigen Auffassung ist jedenfalls ca. 6 KW die äußerste Grenze, wenn man

nicht gerade die Antenne so ausdehnt, daß sie die Manövrierfähigkeit des Schiffes beeinträchtigt. Mit der Energie von 5 KW in der Antenne haben die Dampfer

Verkehr zwischen den deutschen Dampfern Eleonore Woermann und Lucie Woermann mit 5 KW Antennen-Energie.

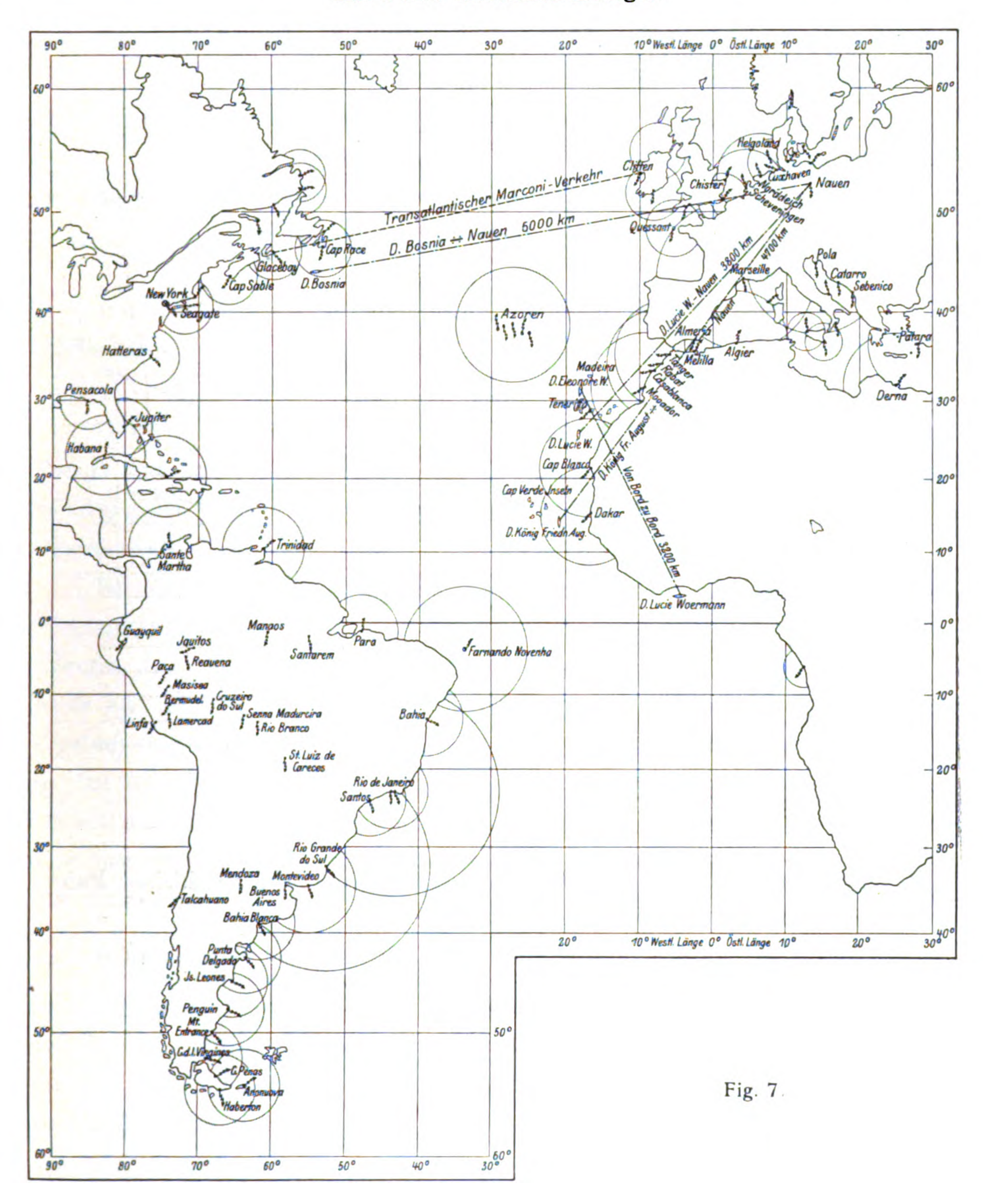


Fig. 7.

„Eleonore“ und „Lucie Woermann“ auf 3700 km Verbindung quer über das afrikanische Hochland erzielt. (Fig. 7.)

Leistung der Stationen für die deutschen Handelsschiffe.

Ein Teil der deutschen Schiffe ist noch mit dem älteren Telefunkensystem ausgerüstet und hat daher eine mittlere Tagesreichweite von ca. 300 km. Seit der Erfindung des neuen Telefunkensystems sind jedoch alle seitdem ausgerüsteten deutschen Handelsschiffe mit den tönenden Löschfunken versehen und ich brauche deshalb auf die übrigen Systeme nicht eingehen.

Die Handelsschiffahrt verwendet jetzt drei verschiedene Stationsgrößen je nach der Art des Fahrzeuges, und zwar:

1. kleine Type für Fischereifahrzeuge, Feuerschiffe, Schleppdampfer, Küstenfahrzeuge, Motorboote und Yachten (Kurve e);

Reichweite der Schiffsstationen System Telefunken.

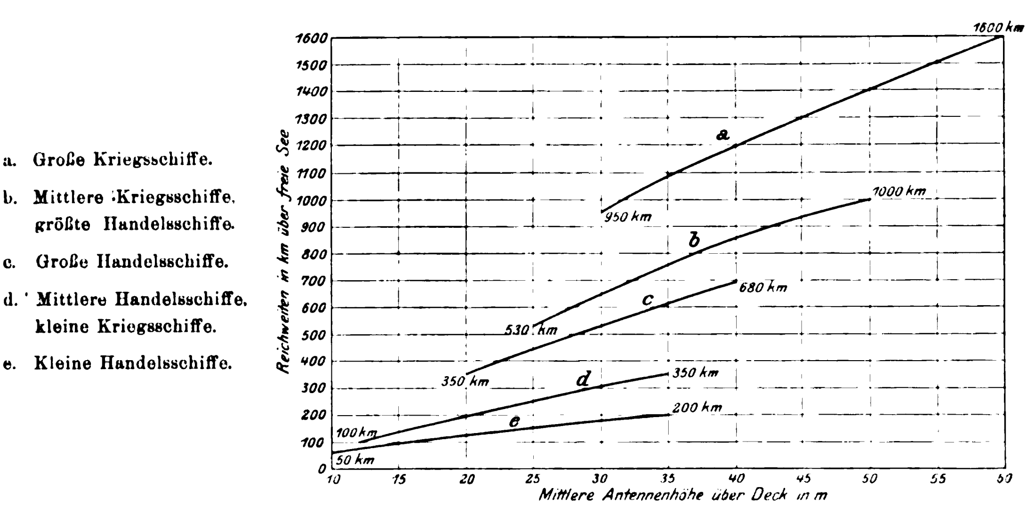


Fig. 7a.

2. mittlere Type für Bergungsdampfer, Passagierdampfer auf kleiner Fahrt, Frachtdampfer (Kurve d);

3. große Type für große Passagierdampfer und große Frachtdampfer (Kurve c).

Die Kurve Fig. 7a zeigt die Tagesreichweiten dieser Typen in Kilometern über freie See in Abhängigkeit von der mittleren Antennenhöhe über Deck. Nach dieser Kurve leistet die kleine Station bis zu 200 km, die mittlere bis zu 350 km und die große Station bis zu 650 km. Wohlverstanden beziehen sich diese Reichweitenleistungen auf sicheren Tagesverkehr mit einer gleichwertigen Station. Ist die Gegenstation größer, so erhöhen sich die Leistungen, besonders jedoch vergrößert sich die Reichweite, wie ich anfangs schon ausgeführt habe, bei Nacht um das Zwei- bis Dreifache.

Rekordleistungen von Schiffsstationen System Telefunken.

Name	Gegenstation	Reichweite in km	Beschaffenheit der überbrückten Strecke
D. Cap Blanco . . .	D. Corcovado	2440	freie See
D. Cap Blanco . . .	Helgoland	3300	50 % Land quer über Spanien
D. Kleist	Marseille	2490	freie See
D. Eleonore Woermann	D. Lucie Woermann	3700	75 % Land Richtung Cap Palmas-Teneriffa
D. Lucie Woermann .	Marseille	3300	50 % Land über westafrikanisches Hochland
D. Kaiser Wilhelm II.	Norddeich	2833	freie See
D. Neckar	Norddeich	3234	freie See

Unter normalen Verhältnissen stellt man die Station nicht auf maximale Energie ein, sondern arbeitet nur gerade mit der Energie, welche zur Aufrechterhaltung des Verkehrs nötig ist, damit der Betrieb anderer Schiffe nicht unnötig gestört wird.

Bei der ersten Ausfahrt des Reichspostdampfers „Kleist" mit Funkentelegraphie nach Ostasien wurde jedoch angeordnet, daß die Station nur mit ganzer Energie, d. h. bis zu 1,5 KW Schwingungsenergie, arbeiten solle, um auf diese Weise alle im Notfall vorhandenen Verbindungsmöglichkeiten festzustellen. Das Ergebnis war ein geradezu glänzendes. Die „Kleist" konnte von Bremerhaven bis ins Rote Meer hinein ständig Verbindung mit dem Lande aufrechterhalten. Ich will auf der Karte die bemerkenswertesten Verbindungen erläutern (Fig. 7b). Kurz nach der Ausfahrt aus Bremerhaven konnte die „Kleist" bereits Verbindung aufnehmen mit der Küstenstation Algier auf 1970 km. Von Lissabon aus arbeitete sie mit Marseille auf 1350 km, von Malta mit North Foreland in England auf 1920 km, ebenfalls von Algier aus auf 1870 km. Auf der Höhe von Sizilien gelang es der „Kleist" mit Scheveningen Telegramme auf 1675 km zu wechseln, eine besonders bemerkenswerte Verbindung, weil die Alpen dazwischen liegen. Auf der Höhe von Kreta arbeitete die „Kleist" dann noch mit Algier auf 1810 und auf der Höhe von Alexandrien mit Marseille auf 2490 km.

Diese für eine Schiffsstation bemerkenswerten Erfolge wurden natürlich nur bei Nacht erzielt, sind aber deshalb besonders erfreulich, weil sie keine Zufallserfolge darstellen, denn es wurde nicht *einmal*, wie es ja häufiger vorkommt, zufällig eine große Entfernung überbrückt, *sondern in jeder Nacht* von

Bremerhaven an bis zum Suezkanal hat das Schiff eine dieser großen Verbindungen mit Erfolg aufrechterhalten.

Unterbringung der Bordstationen.

Um derartig gute Leistungen mit Bordstationen zu erzielen, ist es vor allen Dingen nötig, für eine gute Unterbringung der Station Vorsorge zu tragen. Bei

Verbindungen des Postdampfers „Kleist" auf der ersten Reise mit Telefunkensystem Februar 1910.

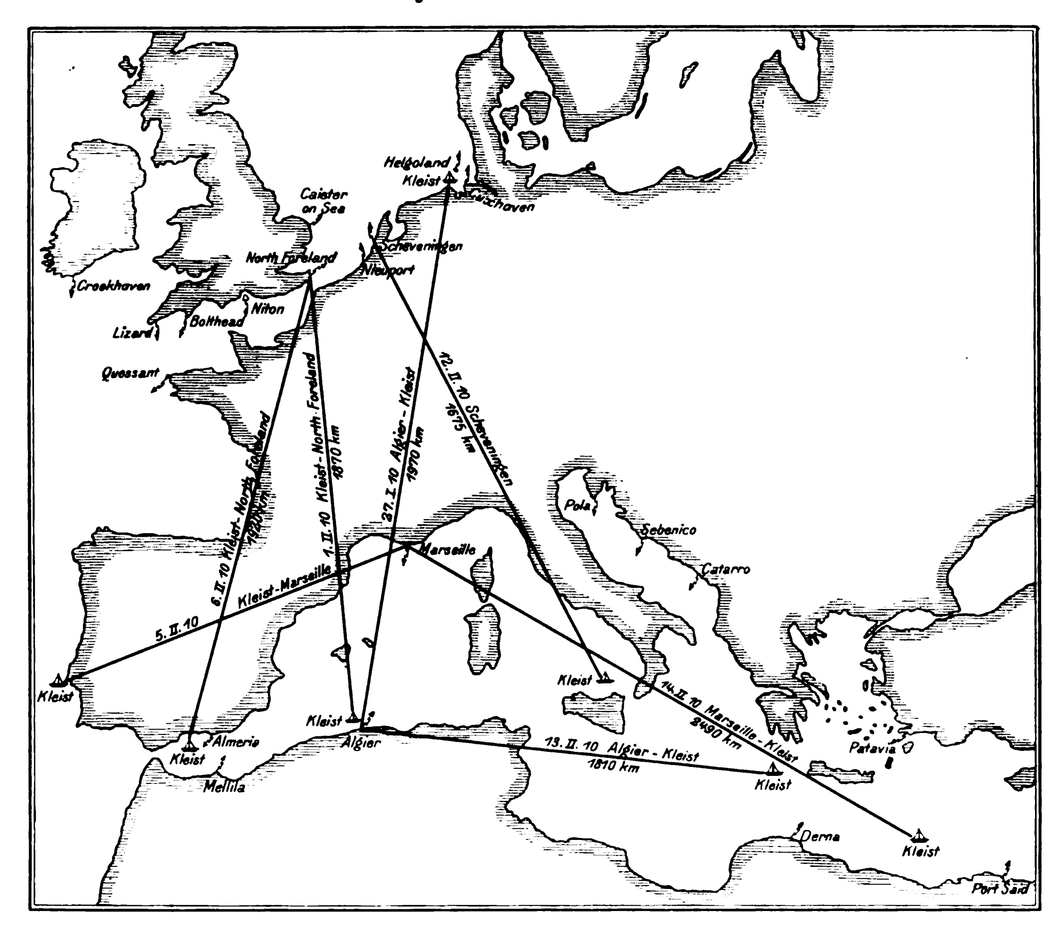


Fig. 7b.

bereits in Dienst befindlichen Schiffen muß man sich natürlich den gegebenen Verhältnissen anpassen. Bei Neubauten ist jedoch sehr zu empfehlen, daß die Werften bereits bei dem Entwurf auf den eventuellen Einbau einer Radiostation Rücksicht nehmen, denn nach und nach werden doch alle größeren Schiffe ausgerüstet.

Der sogenannte Funkenraum ist, wenn irgend möglich, in der Mitte des Schiffes, und zwar auf dem Oberdeck anzulegen, damit die Zuführungsdrähte zur Antenne frei hochgeführt werden können. Bei Passagierdampfern ist bei der Anlage der Stationsräume besonders Rücksicht auf leichte Zugänglichkeit vom Promenadendeck zu nehmen, damit die Passagiere leicht zur Station gelangen können. Auf Frachtdampfern, wo die Bedienung meistens durch Schiffspersonal geschehen wird, muß der Raum mit Rücksicht auf die sonstige Tätigkeit des mit der Bedienung betrauten Personals in möglichste Nähe der Kommandobrücke gelegt werden. Falls genügend Raum vorhanden, kann die Station im Kartenhaus Aufstellung finden, wenn dies im Hinblick auf das häufig vorhandene Geräusch des Rudergestänges und der Rudermaschine möglich ist.

Bei Kriegsschiffen sind die Anforderungen nach der Schiffsgattung sehr verschieden. Linienschiffe und Panzerkreuzer werden die Station meist im Innern des Schiffes geschützt aufstellen, während auf nicht gepanzerten Schiffen und Torpedobooten keine militärischen Gründe für das Verlegen unter Deck vorhanden sein dürften.

Wo eine Verlegung des Stationsraumes in das Innere des Schiffes unumgänglich nötig ist, muß dafür gesorgt werden, daß über dem Raum ein Schacht von mindestens 1 m im Quadrat direkt bis ans Oberdeck führt, damit die Hochführung der Antenne frei in der Luft mit einem Abstand von mindestens ½ m von den Außenwänden erfolgen kann.

Ferner ist für eine ausreichende Isolation der Funkenräume gegen Schiffsgeräusche zu sorgen, damit ein guter Empfang möglich ist. Sowohl bei Kriegsschiffen, wie auch bei Handelsschiffen ist eine gute telephonische Verbindung zwischen Funkspruchraum, Maschinenraum, Kommandobrücke usw. vorzusehen.

Die Größe und Ausstattung des Stationsraumes ist natürlich sehr verschieden, je nach der Verwendung der Station und der Schiffsgattung. Im allgemeinen dürfte die Größe des Stationsraumes 2 × 2 m nicht unterschreiten, jedoch läßt sich im äußersten Falle bei Raummangel, wie z. B. auf Torpedobooten und kleineren Frachtdampfern, mit weniger auskommen.

Die Figur 8 zeigt die Unterbringung einer Station in einem Torpedobootszerstörer, auf welchem für die gesamte Stationsanlage, natürlich ausschließlich des im Maschinenraum stehenden Umformers, nur 1,20 × 1,80 m zur Verfügung stehen. Wie ersichtlich, ist jedes Plätzchen ausgenutzt, und ein Mann kann die Apparate noch bedienen, ohne allzusehr eingeengt zu sein.

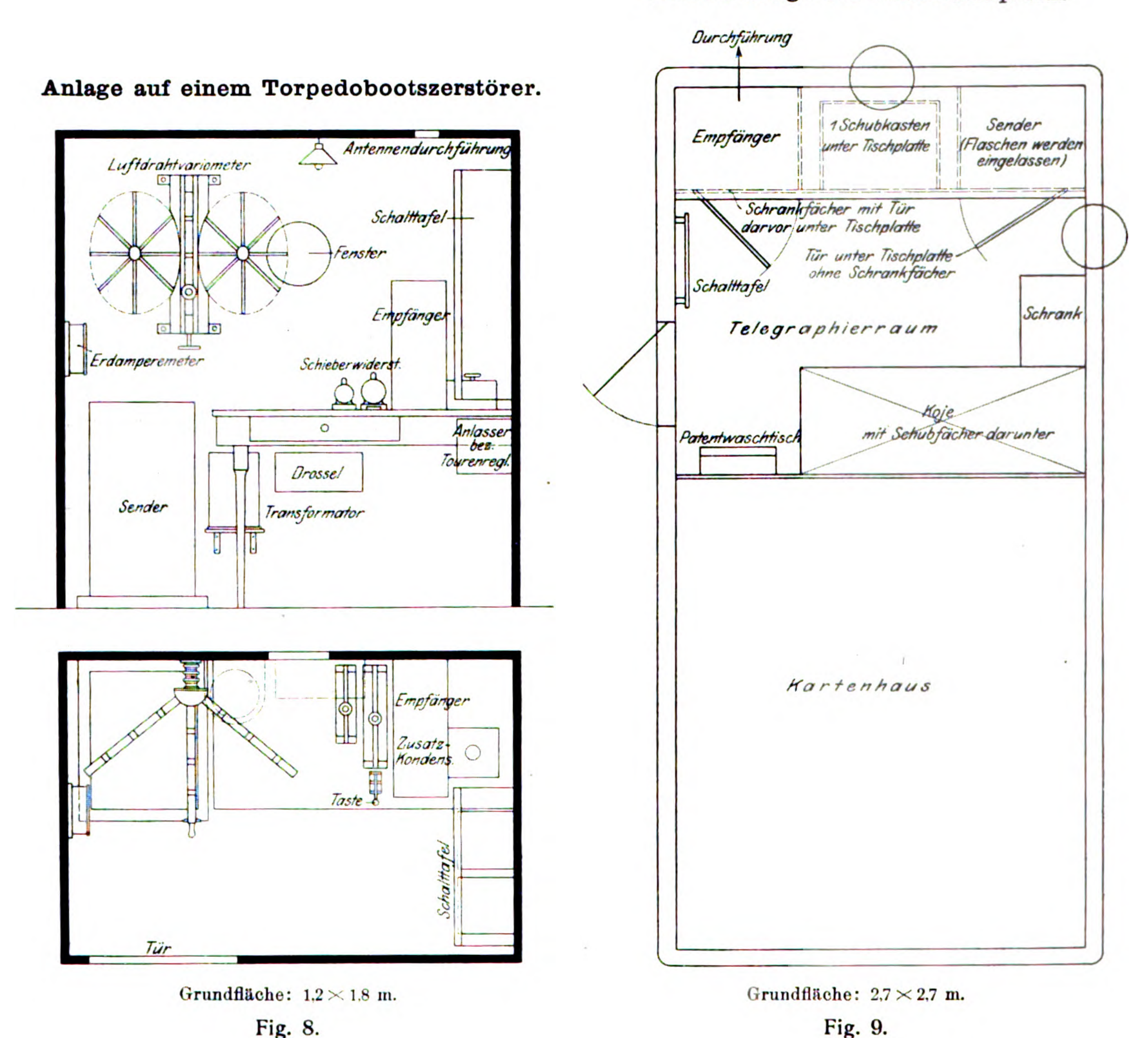
Auf Frachtdampferneubauten wird gewöhnlich der Telegraphierraum mit

dem Kartenhaus vereinigt, die übliche Einrichtung zeigt die Figur 9. Der von der Station beanspruchte Platz beträgt hier 2,70 × 2,70 m.

Auf Passagierdampfern, deren Stationen einen größeren Verkehr von Privattelegrammen zu übernehmen haben, bedarf die Anlage einer besonderen Ausstattung, und zwar muß sie mit Rücksicht auf die Wahrung des Telegraphengeheimnisses

Anlage auf einem Torpedobootszerstörer.

Stationsanlage auf Frachtdampfern.

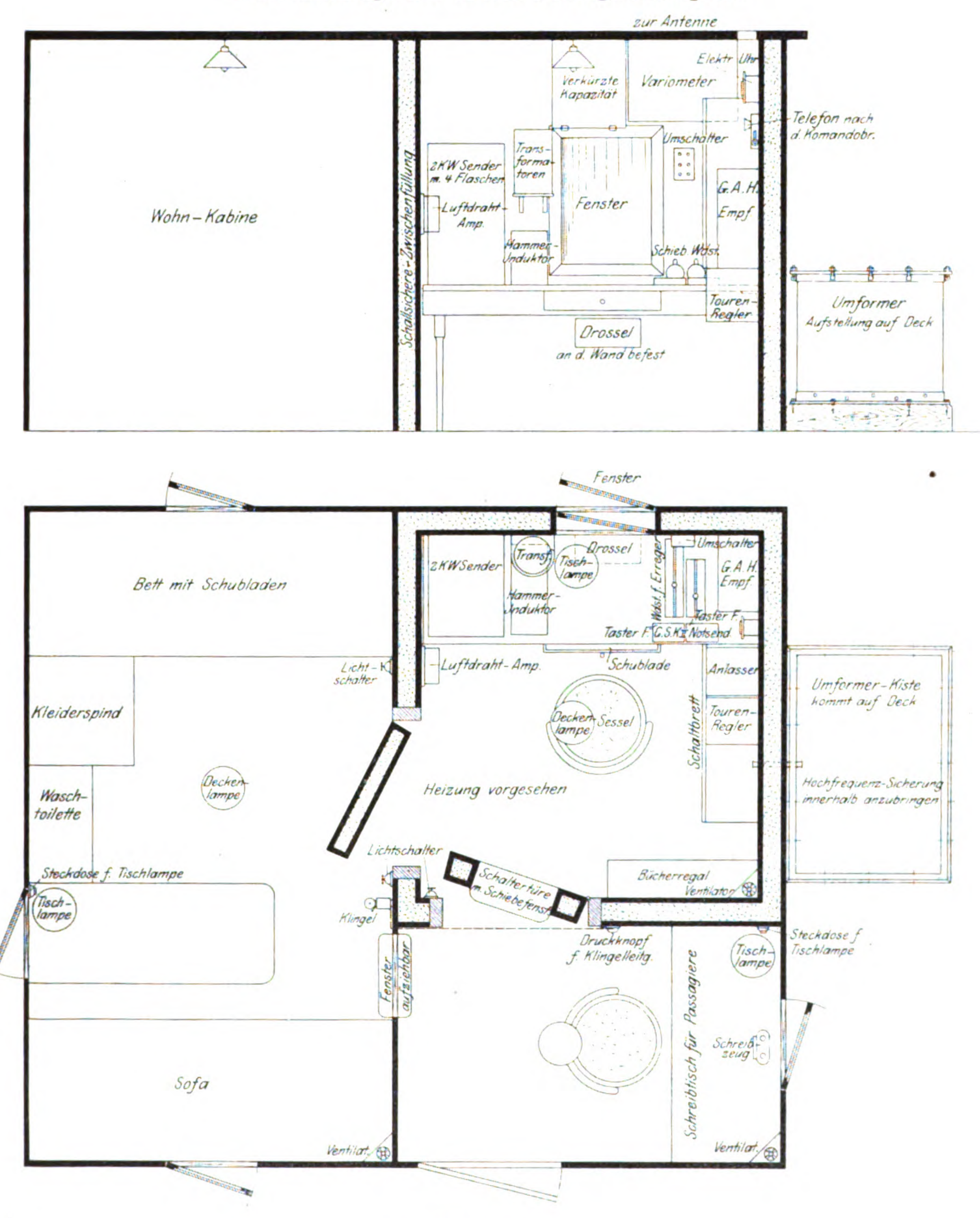


Grundfläche: 1,2 × 1,8 m.
Fig. 8.

Grundfläche: 2,7 × 2,7 m.
Fig. 9.

aus drei Räumen bestehen, einem Wohnraum für die Bedienung, dem Apparateraum und einem Schalterraum für das Publikum. Der Verkehr des Publikums mit dem Telegraphisten geschieht, wie bei jedem Telegraphenamt, durch ein zwischen Schalterraum und Telegraphierzimmer eingelassenes Schiebefenster. Die

Stationsanlage auf einem Passagierdampfer.



Grundfläche: 4,2 × 3,0 m.

Fig. 10.

innere Ausstattung der Räume richtet sich ganz nach der durchschnittlichen Zahl der Kajütspassagiere und den allgemeinen Einrichtungen des Schiffes.

Auf gutes direktes Licht und vorzügliche Ventilation muß besonders Wert

gelegt werden. Letztere ist schon wegen der beim Senden erfolgenden Ozonbildung unbedingt erforderlich.

Die Figur 10 zeigt die Anordnung einer Schiffsstation für öffentlichen Verkehr.

Rechts unten gelangt man vom Promenadendeck in den Schalterraum, der mit Schreibtisch und Schreibsessel ausgestattet ist, von dort durch eine mit Schiebefenster versehene Schaltertür in den Telegraphierraum, in welchem der komplette Sender, der Empfänger und das Maschinenschaltbrett angebracht ist. In diesem Raum hält der Telegraphist sich während der Dienststunden auf und hat in kurzen Zwischenräumen das Telephon an das Ohr zu nehmen, um einem etwaigen Anruf Folge leisten zu können.

Links befindet sich ein verhältnismäßig großer Wohnraum, der für zwei Telegraphisten ausreichend ist. In einem Eisenkasten außerhalb des Hauses befindet sich der zum Betrieb erforderliche Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer, dessen Inbetriebsetzung vom Telegraphistensitz aus automatisch erfolgt. Der gesamte für eine derartige Anlage erforderliche Raum beträgt 4,20 × 3,60 m. Bei sehr großen Schiffen unterteilt man noch die Stationsanlage derart, daß für den Empfangsapparat ein besonderer sorgfältig gegen Schiffsgeräusche isolierter Raum vorgesehen wird.

Antennenanordnung.

Ich habe vorhin schon ausgeführt, daß die Reichweite auch wesentlich von der Höhe der Antenne über der Erdoberfläche abhängig ist, daher ist es zu empfehlen, die Schiffe mit Rücksicht auf die Funkentelegraphie mit möglichst hohen Masten auszurüsten. Der Abstand der Maste voneinander ist möglichst mindestens zweimal der Höhe zu wählen.

Der gewöhnlich von Topp zu Topp ausgespannte Flaggenstag ist mit Rücksicht auf die Antennenanlage entweder vom Vortopp zum Schornstein zu führen oder in halber Höhe zwischen den Masten zu verspannen. Erwünscht ist es, wenn dieser Stag nicht aus Stahl, sondern aus Hanfseil besteht, oder wenn dies nicht möglich ist, daß etwa 3 m von jedem Ende Isolatoren eingespleißt werden.

Es besteht noch ziemlich Unklarheit darüber, ob Eisenmaste auf Schiffen und Stagen aus Stahlseil einen so erheblichen Energieverlust verursachen, daß es sich lohnt, besondere Mittel zur Vermeidung dieser Verluste aufzuwenden. Es ist klar, daß jeder vertikale Leiter in der Nähe einer Sendeantenne von den ausgestrahlten elektrischen Wellen in Schwingung versetzt wird, ja selbst bei größerem Abstand ist die in einem solchen Draht schwingende Energie noch relativ groß,



auch wenn keine Abstimmung vorhanden ist. Ebenso schwingt natürlich der vertikale Leiter nahe einer Empfangsantenne mit und nimmt einen Teil der für den Empfänger bestimmten Energie weg, denn dieses Mitschwingen bedeutet natürlich einen Energieverlust.

Ähnliche Umstände sind auf Schiffen vorhanden, denn Eisenmaste und Stahlstagen schwingen mehr oder minder mit und absorbieren Energie. Eine Verringerung dieser Verluste ist nur durch Unterteilung der betreffenden Leiter mittels Isolatoren möglich.

Aber in der Praxis läßt sich ein eiserner Schiffsmast schon aus Rücksichten der Festigkeit nicht elektrisch unterteilen, es wäre höchstens möglich, ihn gegen das Schiff zu isolieren. Die hierfür aufzuwendenden Kosten aber stehen, ganz abgesehen von der Unzuverlässigkeit einer derartigen Isolation, in keinem Verhältnis zu dem auftretenden Energieverlust, der in Reichweite ausgedrückt, vielleicht kaum 1 % beträgt.

Die Stagen dagegen lassen sich durch Isolatoren ohne weiteres unterteilen und es ist der Firma Clouth gelungen, Isolatoren von genügender Zugfestigkeit zu konstruieren.

Die Telefunkengesellschaft jedoch wendet fast nie Stagenisolatoren an, da es sich gezeigt hat, daß auch die beste Isolation mit der Zeit durch den Einfluß von Meerwasser, Tropenklima usw. sich verschlechtert, und daß nach einiger Zeit aus den Isolatoren elektrische Widerstände werden, welche die Energieverzehrung in den Stagen, sobald in diesen Schwingungsstrom fließt, noch vermehren. Sie findet sich daher mit den gegebenen Verlusten ab und gewinnt damit den Vorteil einer mechanisch ungeschwächten Takelage und eines elektrisch gleichmäßigen Zustandes.

Die Antenne selbst muß von den Masten und Stagen natürlich so häufig und so gut wie möglich isoliert werden. Hier spielt die Unzulänglichkeit der Isolation nicht die Rolle, wie bei den Stagen, denn an der Antenne können schlecht gewordene Isolatoren leicht ausgewechselt werden, was bei den Stagen auf Schwierigkeit stoßen dürfte.

Die Form und Ausdehnung der Antenne ist gegeben durch die Takelage, verlangte Reichweitenleistung, Gattung des Schiffes und Lage des Funkenraumes. Die einfachsten Antennenausführungen lassen sich ermöglichen, wenn der Funkenraum annähernd in der Mitte des Schiffes liegt.

Fig. 11 zeigt eine normale T-Antenne. Die Verbindung der oberen Kapazitätsfläche mit der Station liegt in der Mitte der zwischen den Masten ausgespannten Drähte.



Fig. 12 zeigt eine L-Antenne, bei der der Anschluß nicht in der Mitte sondern an einem Ende der oberen Drähte erfolgt.

Fig. 13 zeigt eine Antenne für Feuerschiffe.

Fig. 14 gibt das Bild einer Kriegsschiffantenne für eine große Station. Sie ist hier zur Erzielung einer besonders großen Wellenlänge noch über die Mastspitzen hinaus verlängert und durch Hanfseil am Bug und Heck verspannt. Zur Erzielung einer großen Kapazität sind hier zwei T-Antennen zusammengeschaltet (verlängerte Doppel-T-Antenne).

Häufig werden auch mehrere getrennte Antennen auf einem Schiff benutzt, wenn es sich darum handelt, mit mehreren Empfangsapparaten gleichzeitig zu

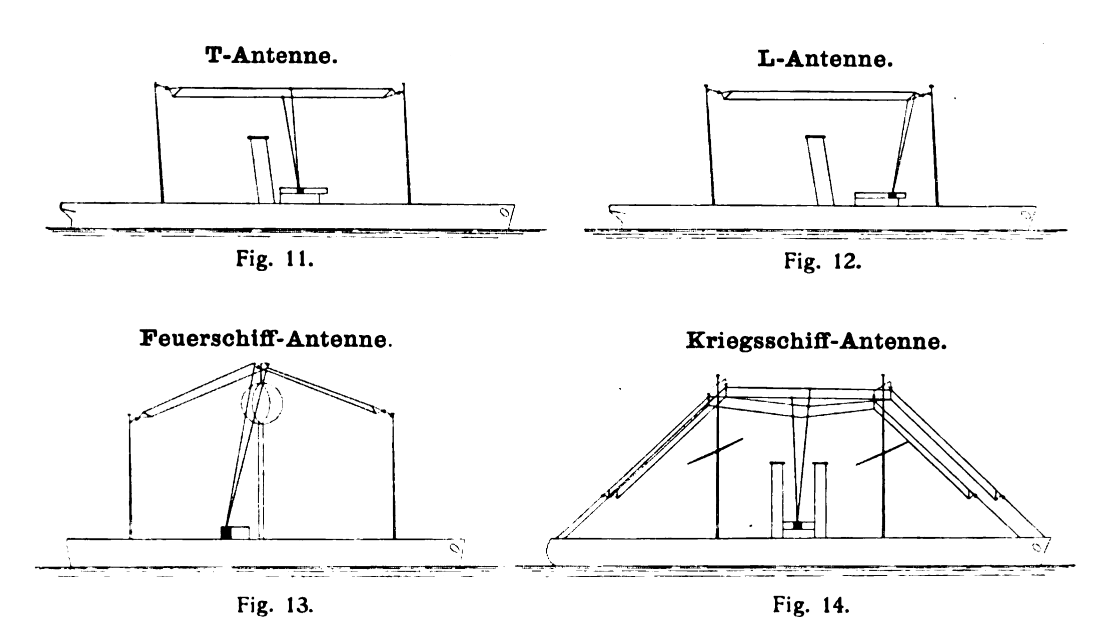


Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 13. Fig. 14.

empfangen, oder wenn ein kleiner Notsender, auf den ich nachher noch zu sprechen komme, mit einer besonderen von der großen Antenne unabhängigen verbunden werden soll.

Figur 15 zeigt die Umrisse des Lloyddampfers Bremen mit 2 Antennen, und zwar ist die große zwischen den beiden Masten ausgespannt, während die Antenne für den Notsender nur nach einem Mast geführt ist.

Für Kriegsfahrzeuge ist diese Anordnung insofern von Bedeutung, als bei Havarie der großen Antenne entweder der Notsender sofort betriebsklar ist oder gemacht werden kann, indem ein einfaches Drahtgebilde an irgend einer erhöhten Stelle des Schiffes abgespannt wird.

So viele Wandlungen die Antennenformen im Laufe der Jahre durchgemacht haben, so häufig hat sich auch das zum Antennenbau benutzte Material und besonders der zur Aufhängung der Antenne benutzte Isolator verändert.

Lange Erfahrungen und Versuche waren nötig, um ein brauchbares Antennenmaterial zu finden. Die Schiffsantenne muß eine sehr große Zugfestigkeit besitzen und darf sich nicht recken; das Material darf aber dabei nicht zu dick ausfallen, da es dann einerseits zu schwer wird, andererseits infolge der großen Oberfläche bei Sturm, Raaen und Maste zu sehr beanspruchen würde. Auch muß das Material der Seeluft gut widerstehen können und so beschaffen sein, daß es leicht in größeren Mengen an Bord gelagert und mit Bordmitteln ohne Schwierigkeiten verarbeitet werden kann. Endlich ist eine sehr gute Oberflächenleitung Hauptbedingung.

Um große Zugfestigkeit bei nicht zu großem Drahtdurchmesser zu erhalten, wurde u. a. Kupferlitze mit einer Seele aus Stahllitze verwendet. Die Lebensdauer

Lloyddampfer Bremen mit zwei Antennen.

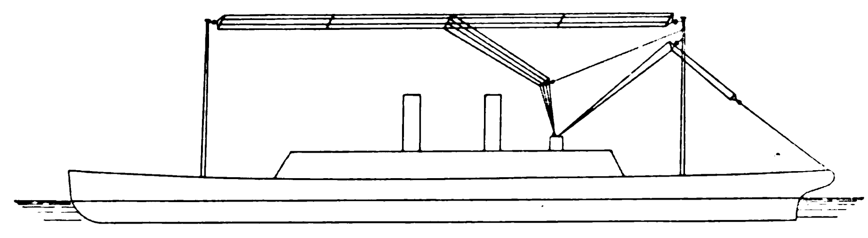


Fig. 15.

dieses elektrisch recht guten Antennenmaterials ist leider sehr kurz, da die Stahlseele durch Einwirkung des Seewassers bald durchrostet und die Antenne alsdann bricht.

Am besten bewährt haben sich Antennen aus Bronzelitze, deren Legierung so gewählt ist, daß das Material bei möglichst kleinem Ohmschen Widerstand größtmögliche Zugfestigkeit besitzt. Diese Antennen sind leicht und fest und können im Bedarfsfalle schnell heruntergenommen werden.

Zur Verbindung der einzelnen Antennenlängen sind besondere Antennenschlösser konstruiert worden, durch deren Anwendung vermieden wird, daß der harte Bronzedraht scharf geknickt und die zur guten metallischen Verbindung erforderlichen Lötstellen auf Zug beansprucht werden.

Die Isolation der Antenne wird durch Isolatoren ausgeführt, die die Forderung, das Sprühen am Ende der Antenne aufzuheben, erfüllen müssen. Diese Isolatoren sollen leicht sein, große Zugfestigkeit besitzen und hohe elektrische

Spannungen sicher aushalten. Auch sollen sie den Schornsteingasen gut standhalten, im Winter nicht auffrieren und bei häufigem Temperaturwechsel nicht verwittern.

Es hat langjähriger Versuche bedurft, um einen allen diesen Anforderungen genügenden Antennenisolator zu finden, und die Figuren Nr. 16 bis Nr. 32 zeigen, wie umfangreich und vielseitig die Arbeiten zur Schaffung guter Antennenisolatoren waren.

Aus der sehr großen Anzahl der bisher bekannt gewordenen Konstruktionen, will ich Ihnen nur die wichtigsten der von der Telefunken-Gesellschaft konstruierten, bezw. praktisch erprobten Isolatoren vorführen.

Fig. 16. Der Isolator besteht aus einem normalen großen Isolator mit eingeschraubtem Hartgummistab. Die Tragfähigkeit ist sehr gering.

Fig. 17. Der Porzellanisolator ist fortgelassen und der ganze Isolator besteht aus einem gepreßten Hartgummistab. Die Tragfähigkeit ist gut, die Isolation ändert sich jedoch sehr durch Temperatureinflüsse, besonders in den Tropen, wo er in kurzer Zeit unbrauchbar wird.

Fig. 18. Der im Handel käufliche Hochspannungsisolator ist sehr billig und besteht aus Porzellan. Für Schiffsantennen jedoch zu schwer und hat zu große Oberfläche (Winddruck).

Fig. 19. Der Isolator besteht aus einem an beiden Enden zur Aufnahme der Zugbolzen durchbohrten Glasstab. Gewöhnlich werden mehrere Isolatoren hintereinandergeschaltet verwendet. Der sehr billige Isolator eignet sich nur für geringere elektrische Spannung.

Fig. 20 zeigt ebenfalls einen Glasisolator, der zur Vergrößerung der Oberflächenisolation mit Rillen versehen ist. Nachteile desselben: große Sprödigkeit, häufiger Bruch beim Aufheißen der Antenne.

Fig. 21. Sogenannter Eierisolator mit kreuzweisen Rillen zur Aufnahme des Stahlseils. Das Halteseil fällt jedoch leicht heraus und die Oberflächenisolation ist recht gering. Der Fehler ist durch den Isolator Fig. 22 behoben, da bei diesem die Stahlseile nicht frei um den Isolator herum, sondern durch ein Loch gezogen werden. Diese Ausführung hat sich sehr gut bewährt und ist seit 1907 ununterbrochen im Betrieb.

Fig. 23 sollte eine Verbesserung des Eierisolators werden, die Seilführung ist die gleiche, wie bei diesem, der Porzellankörper ist jedoch zwecks Vergrößerung der Oberflächenisolation in die Länge gebaut und die Rillen laufen ganz innerhalb des Körpers. Die Ausführung hat sich nicht bewährt, da die Isolation zwischen Erde und Antenne wegen der dünnen Porzellanwände nur gering ist.



Antennen-Isolatoren.



Fig. 16.



Fig. 20.



Fig. 22.

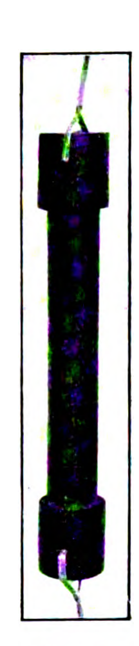


Fig. 17.



Fig. 19.

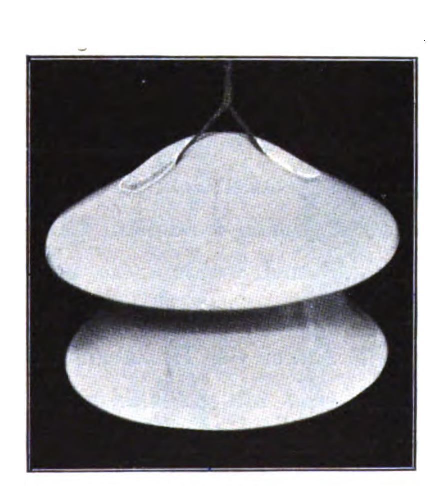


Fig. 18.



Fig. 21.

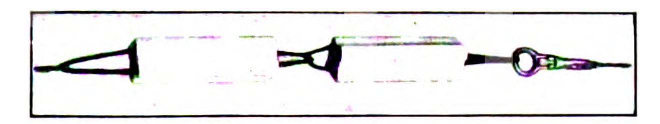


Fig. 23.

Fig. 24. Der Isolator besteht aus zwei zwischen Hartgummiplatten eingespannten Glasisolatoren. Der Zug wird durch außerhalb der Hartgummiplatten liegende Eisenbänder aufgenommen. Da jedoch die spröden Glaskörper sehr ungünstig beansprucht werden, hat der Isolator sich nicht bewährt.

Fig. 25. Die Grundidee für die Konstruktion dieses Isolators war eine prinzipielle Trennung der für die Zugaufnahme und für Isolation bestimmten Materialien. Der Zug wird hier aufgenommen durch ein Seil von feinem Seidenhanf, über welches ein Porzellanrohr gezogen ist. Der Zwischenraum zwischen Hanfseil und Porzellanrohr ist zur Verbesserung der Isolation und zwecks Fernhaltung der Feuchtigkeit mit Paraffin ausgegossen. An dem oberen Teil des Isolators ist zur Vermeidung von Sprühwirkung eine Metallglocke angebracht. Dieser sogenannte Sprühschutzisolator hat sich anfangs sehr gut bewährt. Nach kurzer Zeit der Benutzung lief jedoch unter dem Einfluß der heißen Rauchgase und der Tropensonne das Paraffin aus, alsdann veränderte sich die Isolation, je nachdem die Atmosphäre feucht oder trocken war.

Eine Verbesserung dieses Isolators stellt der Clouthisolator (Fig. 26) dar. Statt des Hanfseils ist das Porzellanrohr hier durch einen Hartgummikörper ausgefüllt.

Fig. 27 zeigt wiederum einen Versuch, reine Glaskörper zu benutzen. Zur Vermeidung der dem Glasisolator anhaftenden Sprödigkeit ist hier ein starkes Glasrohr benutzt, welches an den Enden in einen Wulst ausläuft und zugeschmolzen ist.

Der heute am häufigsten auf den deutschen Schiffen benutzte Rendahlisolator (Fig. 28) ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zugspannungen nicht, wie bei den anderen Isolatoren, durch Porzellan, Glas oder Hartgummi, sondern durch eine Holzstange aufgenommen werden, die unter Ausfüllung des Zwischenraumes mit Öl von einem Porzellanrohr umgeben ist. Die Verbindung mit der Antenne erfolgt durch auf die Enden des Holzkerns aufgezogene Muffen.

Die Enden des Isolators sind mit metallischen Schutzglocken versehen, die das Sprühen der Antenne verhindern sollen.

Fig. 29—32 zeigen weitere Ausführungsformen von Isolatoren.

Bei der Einführung der Antenne in den Stationsraum ist ebenfalls auf eine besonders gute Isolation und auf Vermeidung von Sprühverlusten Wert zu legen. Die Konstruktion derartiger Durchführungen muß derartig sein, daß praktisch kein Kapazitätsschluß zwischen Antenne und Schiffskörper an der Durchführungsstelle entstehen kann. Die verschiedenen Formen der Durchführungen zeigen die Figuren 33 bis 37.

Antennen-Isolatoren.

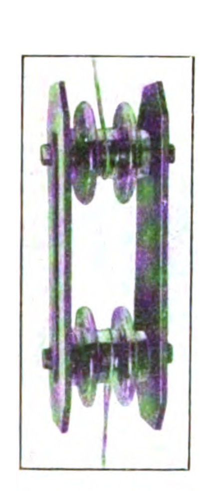
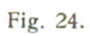



Fig. 24.

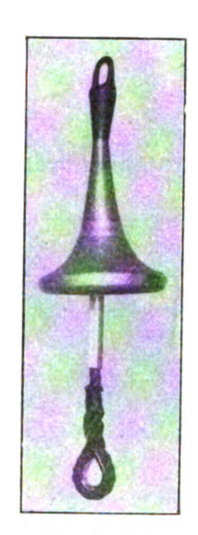


Fig. 25.

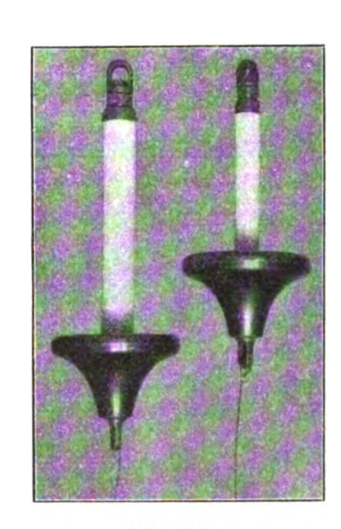


Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.



Fig. 32.

Fig. 33 stellt eine Hartgummi-Wanddurchführung mit Glasglocke als Regenschutz dar;

Fig. 34 und 35 im Handel käufliche Porzellandurchführungen mit Kupferseelen;

Fig. 36 Spezialdurchführung für Unterseeboote, vollkommen wasserdicht;

Wanddurchführungen für Antennendrähte.

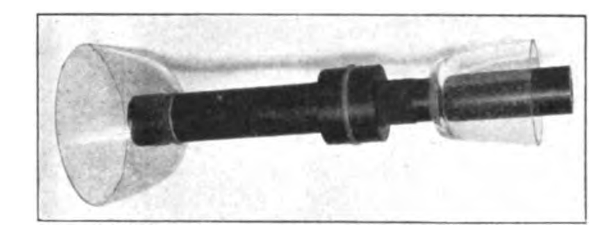


Fig. 33.

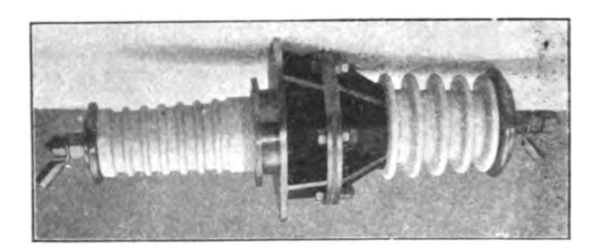


Fig. 36.

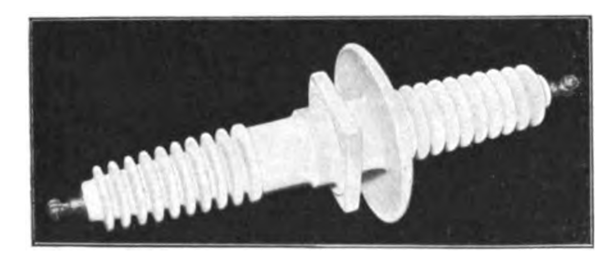


Fig. 34.

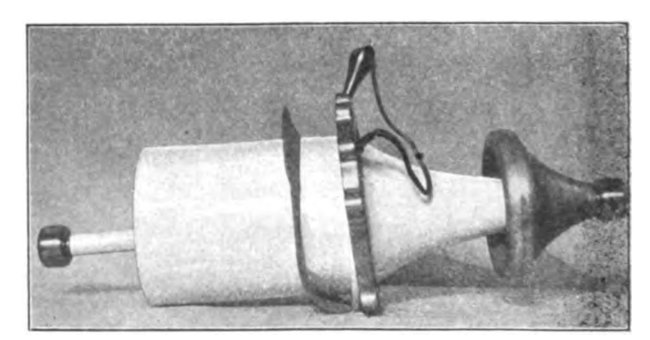


Fig. 37.

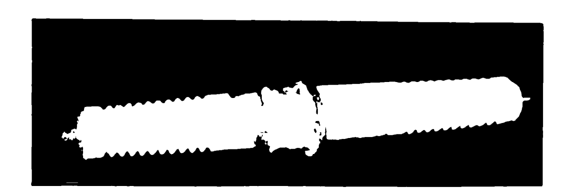


Fig. 35.

Fig. 37 modernste Durchführung. Der Leiter ist von einem Porzellanrohr überzogen, das wiederum von einem Porzellanzylinder umgeben ist. Die Befestigung an Deck erfolgt mittels einer Metallflansche, an der gleichzeitig eine Vorrichtung zur Erdung der Antenne angebracht ist. Zweck dieser Anordnung ist eine möglichste Fernhaltung des Leiters von der Wand und freie Durchführung durch die Metallwände zur Vermeidung von Kapazitätsschluß.

Maschinenanlage.

Der zum Betrieb der funkentelegraphischen Anlage erforderliche Strombedarf schwankt je nach der Stationstype zwischen $^1/_4$ KW und 10 KW.

Die kleinste Anlage mit etwa 250—500 Watt Strombedarf wird direkt an das Schiffsnetz angeschlossen und mit Gleichstrom beliebiger Spannung (24 bis 220 Volt) betrieben.

Schaltung einer Umformeranlage und Sendestation für Schiffszwecke.

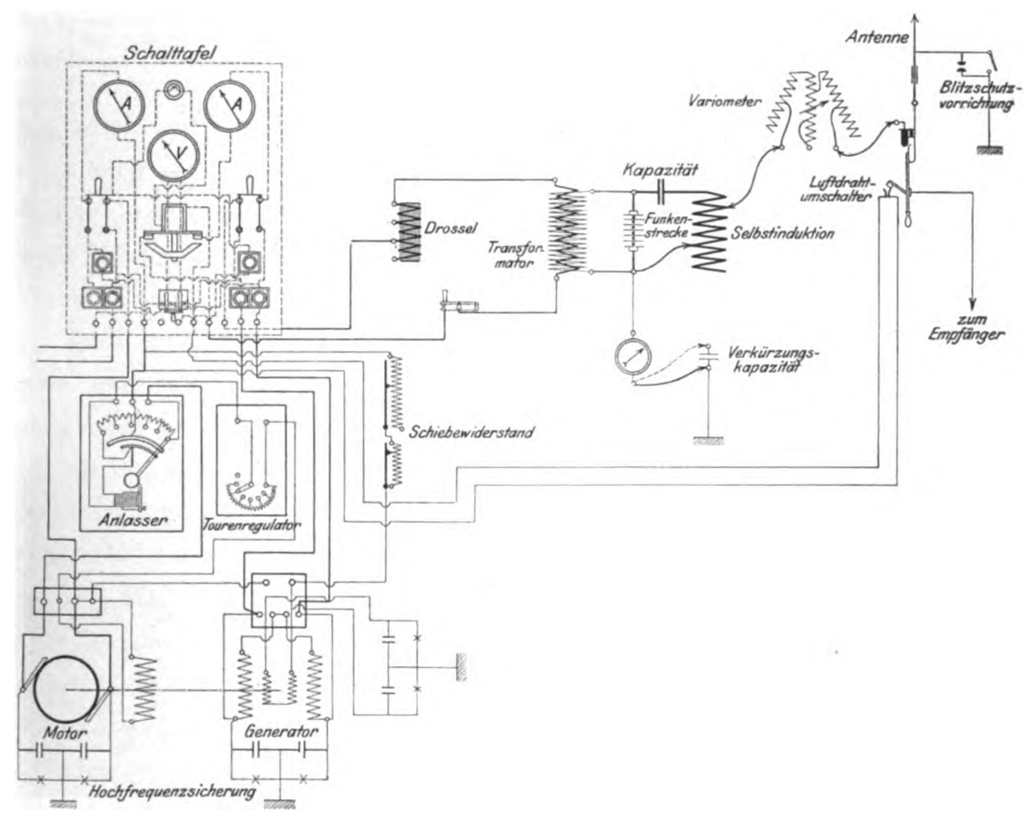


Fig. 38.

Mittels eines Resonanzinduktors und eines schnellschwingenden Hammerunterbrechers wird der intermittierende Gleichstrom in hochgespannten Wechselstrom transformiert, der zur Speisung des geschlossenen Schwingungskreises des Funkensenders dient. Parallel zu dem Hammerunterbrecher liegt ein Kondensator, der die Aufgabe hat, die an den Unterbrechungskontakten etwa auftretenden Abreißfunken zu löschen. Durch den Taster kann der den primären Windungen des Induktors zugeführte Strom im Rythmus der Morsezeichen unterbrochen werden. Ein regulierbarer Widerstand dient zur Einregulierung der Impulsfolge des Induktors und zur Herstellung eines reinen Tones.

Bei größeren Stationen (Fig. 38) wird statt des unterbrochenen Gleichstroms zur Speisung des Induktors bezw. Transformators vorzugsweise Wechselstrom hoher Periode benutzt, der durch einen an das Schiffsnetz angeschlossenen Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer geliefert wird. Auf derartigen Anl gen wird der Gleichstrom des Schiffes an ein in der Nähe des Telegraphistensitzes angebrachtes Verteilungsbrett geführt, auf welchem Sicherungs-, Schalt- und Meßinstrumente übersichtlich angeordnet sind. Von hier aus geht der Gleichstrom über Anlasser und Tourenregulator zu einem normalen Nebenschlußmotor, der direkt gekuppelt ist mit einem Wechselstromgenerator von höherer Periodenzahl (Fig. 39).

Gleichstrom-Wechselstromumformer.

Wechselstromleistung 2,5 KVA. 220 Volt 500 Perioden.

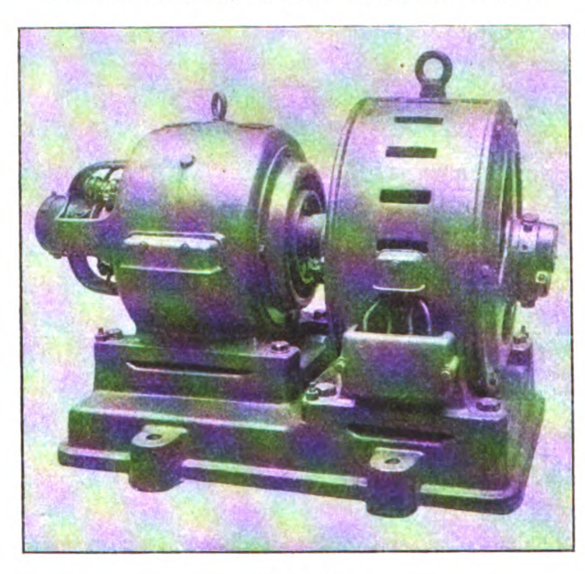


Fig. 39.

Beide Maschinen werden durch Hochfrequenzsicherungen gegen Rückwirkungen vom Sender geschützt. Vor der Erregerwicklung des Wechselstromgenerators liegt ein Spannungsregulator sowie ein variabler Widerstand, mittels welchem die Tonhöhe reguliert werden kann.

Der Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer ist meistens in einem außerhalb des Telegraphierzimmers befindlichen Raum oder Kasten aufgestellt, oder auch im Schiffsmaschinenraum; die Inbetriebsetzung aber erfolgt immer vom Sitze des Telegraphisten aus mittels automatischen Anlassers. Die Verlegung des Umformers aus dem Stationsraum heraus gibt die Möglichkeit, den Umformer während der Empfangsperioden leer weiter laufen zu lassen, ohne daß der Empfang durch das Motorgeräusch gestört wird. Trotzdem auf diese Weise etwas Leerlaufstrom

unnötig verbraucht wird, ist dieser Modus aus betriebstechnischen Gründen sehr empfehlenswert, denn der Telegraphist kann unmittelbar nach Beendigung des Empfanges den Sender betätigen, ohne erst auf das Anlaufen des Umformers warten zu müssen. So kann z. B. ein Schiff hintereinander eine ganze Anzahl Telegramme, einschließlich Rückfragen, Quittungen usw., mit einer Küstenstation austauschen, ohne daß Zeit durch mehrfaches Anlassen des Umformers verloren geht.

Sender.

Der aus dem Wechselstromgenerator entnommene Strom kann jedoch nicht ohne weiteres zum Aussenden Herzscher Wellen mittels der Antenne benutzt werden, denn hierzu sind Wechselströme von außerordentlich hoher Frequenz nötig. Zwar besitzt auch der Maschinenstrom schon die sehr hohe Wechselzahl von 1000 pro Sekunde — d. h. er wechselt 1000 mal in der Sekunde seine Richtung —, aber um für die Funkentelegraphie nutzbar zu sein, muß seine Frequenz nochmals um das 1000 fache gesteigert werden, nämlich bis zu einer Million in der Sekunde.

Zur Umwandlung der gewöhnlichen Maschinenströme in solche Hochfrequenzströme und zur Übertragung auf die Antenne dienen nun die Senderapparate, welche aus dem geschlossenen Kondensatorkreis mit Funkenstrecke und der Antenne bestehen. Um die Wirkungsweise dieses Senders auf einfache Weise erläutern zu können, sei an den bekannten Vorgang beim Läuten einer Schiffsglocke erinnert.

Der Mann an der Glocke schlägt in regelmäßigen Abständen, z. B. 60 mal in der Minute, den Klöppel mit einer kräftigen Armbewegung gegen die Glocke. Bei jedem Schlage kommt der Klöppel fast sofort nach dem Berühren der Glocke zur Ruhe, während die Glocke selbst in Schwingungen gerät und allmählich immer schwächer werdende Töne in einer ganz bestimmten Tonhöhe aussendet. Nachdem dieselben verklungen sind, trifft ein neuer Schlag des Klöppels die Glocke, und diese ertönt wiederum. So wiederholt sich das Spiel dauernd.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei den Sendern des Telefunkensystems vor. Statt der Menschenkraft tritt hier die Maschinenkraft ein, statt des Klöppels mit seiner Schlagwirkung wird ein elektrischer Stoßkreis mit Löschfunkenstrecke benutzt, der die Energie in ganz kurzen Stößen auf die Antenne überträgt, so daß diese mit ihrer eigenen Schwingung immer schwächer werdende Wellenzüge aussendet; also ganz ähnliche Vorgänge wie bei der Glocke, nur mit dem Unterschied, daß statt der ganz langsamen Stöße des Klöppels, welcher nur einmal in der Sekunde auf die Glocke schlägt, hier **1000** mal in der Sekunde ein Funke entsteht.



Ebenso groß ist auch der Unterschied zwischen der Schwingungszahl der Glocke und der Antenne, denn die Glocke macht etwa 300 Schwingungen in der Sekunde, während die Wechselzahl der Antenne eine Million in der gleichen Zeit beträgt. Auch hier werden wie bei der Glocke die Schwingungen ganz allmählich schwächer, bis ein neuer Stoß entsteht.

Es soll nunmehr die praktische Ausführungsform eines Senders betrachtet werden. Der Wechselstrom der Maschine von 220 Volt wird durch einen Eisentransformator auf 8000 bis 20 000 Volt herauftransformiert und diese hohe Spannung dient zum Aufladen des Kondensators (Leydener Flaschenbatterie) des Stoßkreises. Bei jedem Wechsel des Maschinenstromes, also 1000 mal in der Sekunde, entsteht ein Funkenübergang in der Löschfunkenstrecke und damit die Kondensatorentladung im Stoßkreise. Die Periodenzahl dieses Hochfrequenzstromes kann durch entsprechende Bemessung einer Selbstinduktionsspule eingestellt werden. Man sagt hierzu: der Kreis wird auf eine bestimmte Wellenlänge abgestimmt. Diese Schwingung des Stoßkreises soll nun auf die Antenne übertragen werden. Hierzu wird einerseits der Luftdraht, andererseits die Erdleitung an je ein Ende der Selbstinduktion angelegt und die Antenne durch eine eingeschaltete Selbstinduktionsspule abgestimmt. Soll gelegentlich eine andere Welle eingestellt werden, so wird eine entsprechende Windungszahl sowohl der Spule im Stoßkreis wie auch der Antenne ab- oder zugeschaltet, d. h. die Welle wird vergrößert oder verkleinert.

Aus der Antenne werden die Hertz'schen Wellen nunmehr nach allen Richtungen hin ausgestrahlt und können von allen im Aktionsradius des Senders liegenden Antennen ferner Stationen aufgenommen werden, soweit sie gerade im Moment des Eintreffens des ausgesendeten Wellenzuges auf genau die gleiche Periode abgestimmt und mit einem geeigneten Empfänger verbunden sind.

Empfänger.

Auf dem langen Wege zur Empfangsstation ist aber viel Energie verloren gegangen. Die hohe Spannung ist gänzlich geschwunden und von der mehrere KW betragenden Senderenergie ist kaum der zehnmillionste Teil übrig geblieben. Es entsteht daher die Aufgabe, diese geringe Energie zur Aufnahme der Telegramme möglichst gut auszunutzen. Das Läuten der Schiffsglocke soll auch hier als Beispiel dienen.

Die Töne haben sich nach allen Seiten ausgebreitet und werden mit der Entfernung immer schwächer. Dort, wo sie kaum noch direkt zu hören sind, ist als Empfänger eine feine, auf den Glockenton abgestimmte Stimmgabel aufgestellt.



Jede ankommende Schallwelle gibt ihr einen ganz zarten Anstoß, der sie allmählich in wahrnehmbare Schwingungen versetzt bis nach Aufhören des Tones auch die Stimmgabel wieder zur Ruhe gelangt. So erzeugt jeder Schlag gegen die Glocke in der Ferne eine entsprechende Bewegung der Gabel, aber natürlich nur dann, wenn Stimmgabel und Glocke auf denselben Ton eingestellt sind.

Auf diesem Prinzip der gegenseitigen Abstimmung beruht auch die Wirkungsweise des drahtlosen Empfängers. Aber hierbei darf nicht vergessen werden, daß die Herzschen Wellen nicht, wie die Töne, von unseren Sinnesorganen direkt wahrzunehmen sind. Es ist daher nötig, sich eines geeigneten Hilfsmittels zu bedienen, welches man eben seiner bekannten Eigenschaft wegen, die Welle zu entdecken, Detektor nennt.

In der gebräuchlichen Anordnung besteht ein Empfangsapparat aus dem Schwingungskreis zum Abstimmen der Antenne auf die ankommende Senderwelle und aus dem Detektorkreis, welcher die Aufgabe hat, die dem Detektor zugeführten Wellen in gewöhnlichen elektrischen Strom zu verwandeln, der auf die Membrane eines Telephons einwirkt.

Die in der Antenne beim Empfang auftretenden Schnellfrequenzströme gelangen von der Antenne durch den Hauptschalter in den Empfangsapparat (Fig. 40) und zwar gehen sie beim Empfang von kleinen Wellen zuerst durch die primäre Spule S_1 des Empfangstransformators, dann durch den Antennen-Kondensator und von hier zur Erde (Fig. 40a).

Falls große Wellen empfangen werden sollen, passieren die Hochfrequenzschwingungen gleichzeitig Spule und Kondensator, d. h. beide sind parallel geschaltet, und gelangen dann zur Erde.

Zwischen Luftdraht und Erde parallel zur Empfangsanordnung liegt gewöhnlich noch eine Drosselspule, durch welche die statischen Entladungen in die Erde abgeleitet werden. Die durch die primäre Transformatorspule S_1 fließenden Schnellfrequenzströme induzieren auf die sekundäre Transformatorspule S_2, mit welcher der Detektor zu einem Stromkreis vereinigt ist. Die Sekundärspule bildet mit dem Detektor und Kondensator einen aperiodischen Kreis, in welchem außerdem noch das Empfangstelephon mit parallel geschaltetem Blockkondensator liegt.

Es gibt noch eine ganze Reihe anderer Empfängerschaltungen für die verschiedenartigsten Zwecke. Für die Handelsschiffahrt hat sich jedoch die vorliegende Anordnung am besten bewährt, da sie sehr einfach zu bedienen ist. Während nämlich bei anderen Schaltungen zur Einstellung einer gewissen Wellenlänge 2 und mehr Kreise genau untereinander und auf die ankommenden Wellen abgestimmt werden müssen, ist es hier nur erforderlich, einen einzigen Kreis abzustimmen.

Detektoren.

Als Wellenanzeiger wurde bei dem alten System mit langsamen Funken zur Betätigung des Morseschreibers ein Kohärer benutzt, der auf Spannung an-

Normaler Empfangsapparat für größere Schiffe.

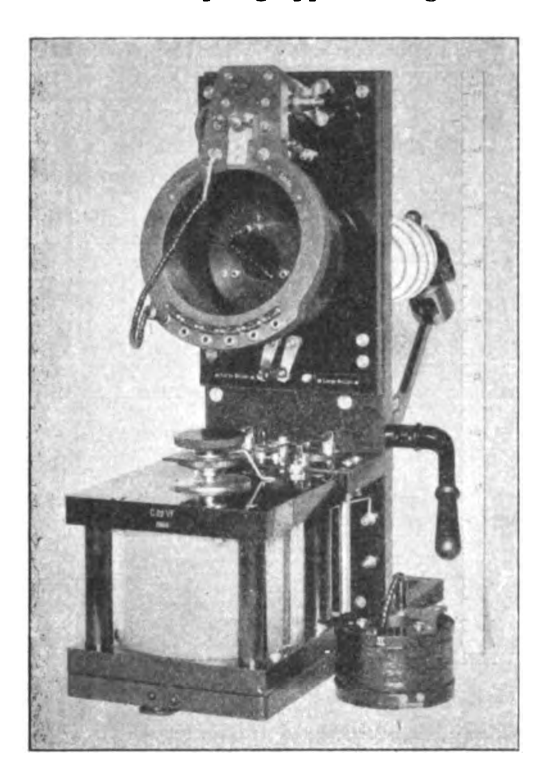


Fig. 40.

Einfache Empfangschaltung.

Luftdraht

S_1

Telephon

Blockkondensator

Umschalter

S_2

Detektor

Antennenkondensator

Erde

Fig. 40a.

Elektrolytischer Detektor nach Schlömilch.

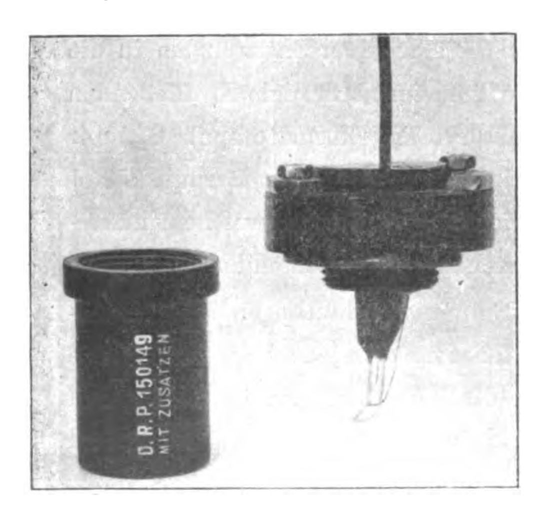


Fig. 41.

Einfachster Kontaktdetektor.



Fig. 42.

sprach. Bei den modernen Anlagen werden Detektoren verwendet, welche auf Stromstärke ansprechen, und zwar entweder der bekannte elektrolytische Detektor nach Schlömilch (Fig. 41), oder sogenannte Kontaktdetektoren. Die letzteren, jetzt vorzugsweise verwendeten, bestehen aus zwei sich berührenden verschiedenen Materialien, z. B. Graphit, Bleiglanz (Fig. 42). Die ankommenden Hochfrequenzströme werden bei dem Passieren der Kontaktstelle in Gleichstrom umgewandelt, der im Rhythmus der von der fernen Sendestation gegebenen Morsezeichen zerhackt ist und die Membrane eines Telephons im gleichen Sinne in Schwingungen versetzt. Die Zahl dieser entspricht der auf der Sendestation benutzten Funkenfolge, welche nun auf das Ohr des aufnehmenden Telegraphisten als hoher oder tiefer Ton, je nach der Zahl der Membranschwingungen, einwirkt.

Kontaktdetektor mit Empfindlichkeits-Regulierung.

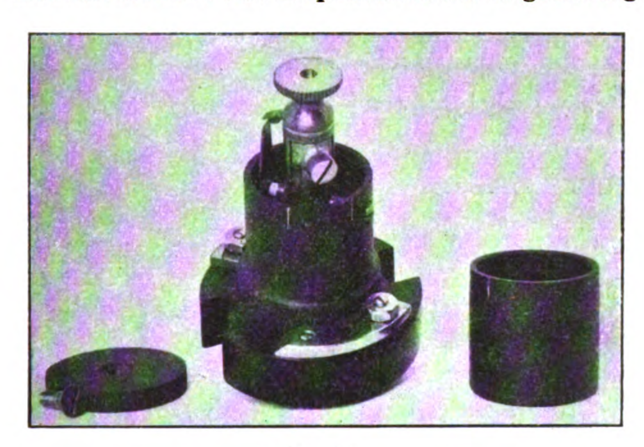


Fig. 42a.

Seitdem man das alte System mit langsamen Funken verlassen hat, ist der Kohärer in Vergessenheit geraten und es gelangen nur noch quantitative Detektoren zur Anwendung. Die Betriebssicherheit und Reichweite funkentelegraphischer Anlagen ist hiermit außerordentlich gestiegen, dagegen ist es sehr schwierig, mit den heute gebräuchlichen Detektoren einen Morseapparat, ein Läutewerk oder dergleichen zu betätigen und überhaupt mechanische Bewegungen auszulösen. Der Telegraphist muß also während gewisser Dienststunden ständig das Telephon am Ohr haben und auf Anruf warten. Wenn dies auch auf militärischen und von Berufs-Telegraphisten besetzten kommerziellen Stationen leicht durchführbar ist, so hat es doch seine großen Schattenseiten, wenn die Station, wie z. B. auf Frachtdampfern, nur nebenamtlich von einem Schiffsoffizier bedient wird. Es ist daher schon lange die Aufgabe gestellt, eine Anrufvorrichtung zu schaffen, durch welche der Stationsbeamte aufmerksam gemacht wird, daß elektrische Wellen

auf seinen Apparat einwirken. Zur Lösung dieser Aufgabe sind bereits sehr viele Vorschläge gemacht worden. Unter anderen hat die Telefunken-Gesellschaft einen Anrufapparat ausgebildet, der im wesentlichen aus einem empfindlichen Galvanometer besteht. Dieser Apparat kann an Stelle des Telephonhörers eingeschaltet werden und tritt in Funktion, wenn eine gleich gestimmte Welle ununterbrochen 10 Sekunden auf den Apparat einwirkt. Während dieser Zeit bewegt sich nämlich ein an dem Galvanometer angebrachter Zeiger bis zu einer Kontaktstelle, bei deren Berührung ein Stromkreis eingeschaltet und ein Läutewerk betätigt wird. Der Apparat hat sich auf dem Lande im Verkehr zwischen zwei festen Stationen gut bewährt. Auf Schiffen jedoch wird das betriebssichere Ansprechen sehr durch die Schiffserschütterungen beeinflußt, so daß es nötig war (Fig. 43) ihn cardanisch aufzuhängen. Die mit der Anordnung auf Schiffen erzielten praktischen Betriebserfolge sind aber bisher nicht besonders gute, denn der Apparat spricht natürlich immer an, wenn Wellenzüge von bestimmter Stärke und Dauer auf ihn einwirken, ganz gleichgültig, ob nun die

Anrufapparat für Schiffsstationen.

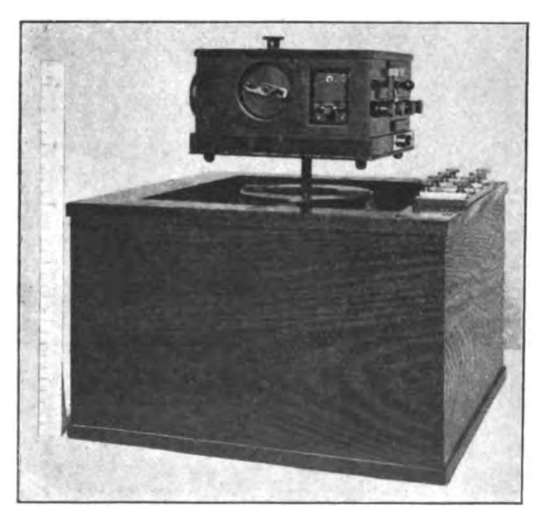


Fig. 43.

Tonverstärker für Kriegsschiffe.

Die ankommende Empfangsenergie wird so verstärkt, daß Morseapparate und Läutewerke in Funktion gesetzt werden können.

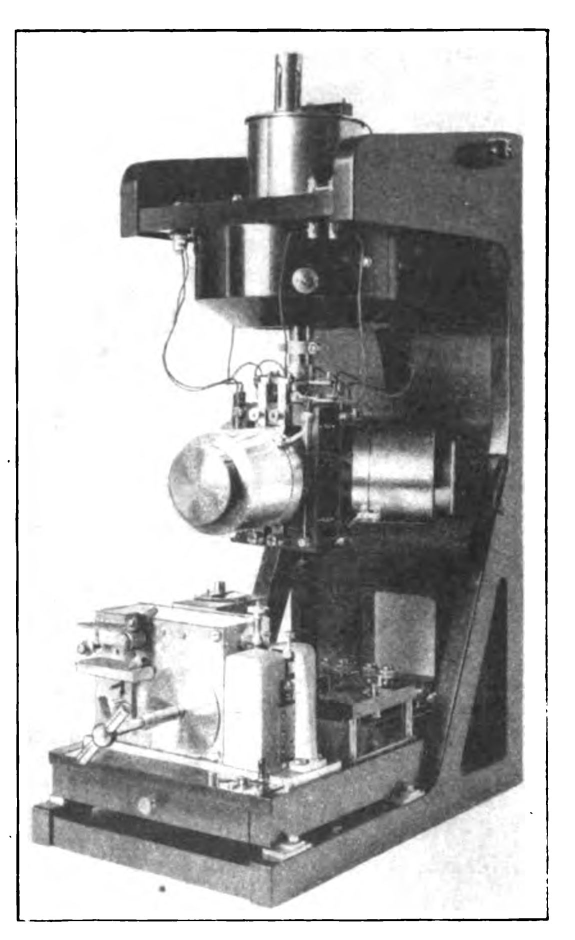


Fig. 43a.

betreffende Station wirklich angerufen wird oder nicht, d. h. der Apparat klingelt z. B. im englischen Kanal und ähnlich frequentierten Fahrstraßen fast immer, und der bedienende Schiffsoffizier läuft zuerst fleißig von der Kommandobrücke nach

Normalstation System Telefunken für große Schiffe mit Notstation.

Type der Hamburg-Amerika Linie und des Norddeutschen Lloyd.

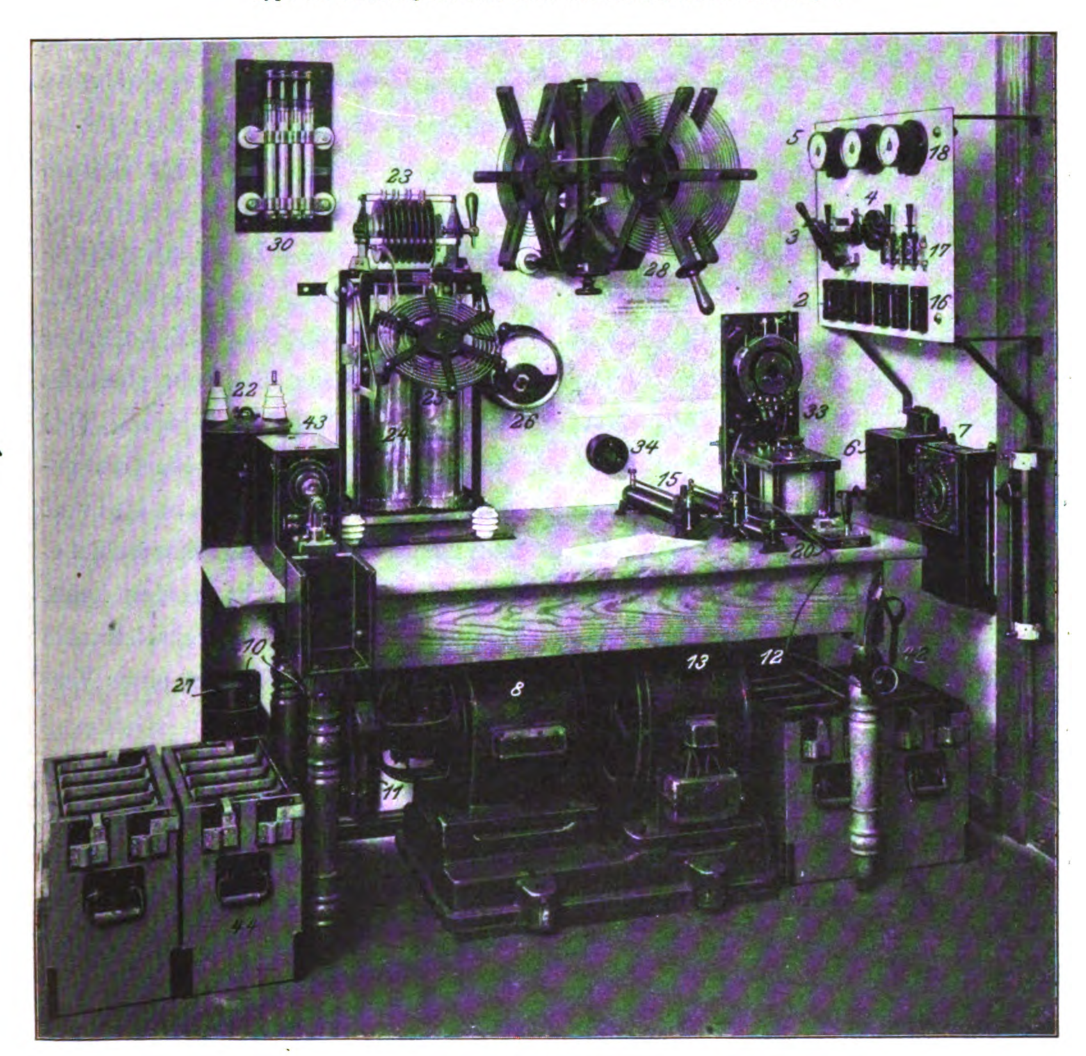


Fig. 44.

dem Stationsraum und zurück, bis es ihm schließlich zu viel wird und er die Klingelei abstellt. Ich glaube also, daß dieser Apparat die endgültige Lösung noch nicht darstellt, und daß man sich vorläufig auf den Ausweg beschränken muß, daß alle Schiffsstationen, die nicht dauernd besetzt sind, nicht zu jeder beliebigen Zeit, sondern z. B. alle volle Stunden angerufen werden.

Die weitverbreitetste Schiffsstation, von der im Jahre 1911 allein 122 Stück geliefert sind, stelle ich Ihnen im Bilde vor (Fig. 44). Es ist die große Type für Handelsschiffe (vgl. Fig. 6c), welche bei einem Primärstrombedarf von 3—4 KW und einer Hochfrequenzleistung von etwa 1,5 KW eine garantierte Reichweite von mindestens 650 km am Tage und 1200 km in der Nacht mit normaler Schiffsantenne hat. Zur Unterbringung der gesamten Apparatur ist ein Raum von nicht viel mehr als 2 m in Höhe, Breite und Tiefe erforderlich. Das Gewicht der Apparate beträgt etwa 300 kg, das des Umformers etwa 600 kg. Der Umformer, der hier zur besseren Demonstration unter dem Tische angeordnet ist, wird, wie schon vorher erwähnt, in Wirklichkeit beim Betrieb außerhalb aufgestellt. Er besteht aus einem Gleichstrommotor (8) von 4—6 PS Leistung und einem Wechselstrom-Generator (13) von 2,5—3 KW bei einer Spannung von 220 Volt. Die Tourenzahl des Umformers beträgt normal 1500, die Periodenzahl des Generators 500 pro Sek. Sie läßt sich jedoch zum Zwecke der Toneinstellung in weiten Grenzen variieren. Durch die unter dem Tische ebenfalls angebrachte, aus Leydener Flaschen bestehende Hochfrequenzsicherung (11) werden die Maschinen gegen Einwirkung der Hochfrequenz des Senders geschützt. Zur Regulierung der Erregerspannung des Generators und damit der sekundlichen Funkenfolge dient ein auf dem Tische rechts befindlicher Schiebewiderstand (15), mit dessen Hilfe der Ton des Senders eingestellt werden kann. Sowohl die zum Motorantrieb als auch die für die Verteilung des Wechselstromes dienenden Leitungen, Schalter, Sicherungen und Instrumente sind auf einer Verteilungstafel (2—5 und 16—18) untergebracht.

Der vom Wechselstrom-Generator gelieferte Strom normaler Spannung wird in dem eisengeschlossenen Transformator (22) auf eine Spannung von etwa 8000 Volt gebracht. Die zur Abstimmung des Niederfrequenzkreises auf den Hochfrequenzkreis erforderliche Drosselspule (27) ist unter dem Tisch angeordnet. Der Taster zum Telegraphieren (20) unterbricht die zum Transformator führende Primärleitung.

Der geschlossene Schwingungskreis des Senders ist in einem einfachen und übersichtlichen Apparat angeordnet. Ein Rahmen aus Winkeleisen, in welchem die aus vier Leydener Flaschen (24) bestehende Erregerkapazität sich befindet, trägt oben die Serienfunkenstrecke (23). An der Stirnseite ist die Selbstinduktionsspule des Erregerkreises (25) angeordnet, auf welcher zur Einstellung der gewünschten Wellenlänge sowie einer bestimmten Koppelung Stöpselanschlüsse befestigt sind. Mit dieser Spule sind die Selbstinduktionsspulen der Antenne und die Antenne selbst verbunden. Zur Abstimmung der Antenne auf eine bestimmte Wellenlänge



dient das aus drei Selbstinduktionsspulen bestehende Variometer (28), an welchem ebenso wie an der Erregerselbstinduktion entsprechende Stöpselanschlüsse für die einzelnen Wellen angebracht sind. Da die Antenne im Laufe der Zeit infolge äußerer Einflüsse ihre elektrischen Eigenschaften ändert, ist es ab und zu während des Betriebes notwendig, eine Korrektion vorzunehmen. Aus diesem Grunde ist die mittlere der drei Spulen beweglich angeordnet, so daß durch Bewegung der Spulen gegeneinander verschiedene Selbstinduktionswerte eingestellt werden können.

Es läßt sich mit dieser Station ohne weiteres jede Wellenlänge in dem Bereich von 300—900 m einstellen. Durch Anbringung einer Zusatzspule lassen sich jedoch auch Wellen bis 1600 m herstellen, aber für Handelsschiffe wird die Station doch meistens nur mit den internationalen Wellen 300, 450 und 600 m versehen. Rechts neben dem Sender an der Wand befestigt ist ein in die Antenne eingeschaltetes Hitzdrahtamperemeter (26) sichtbar, welches zur Kontrolle der Sendeinrichtung dient. Bevor der Telegraphist den Sender in Betrieb nimmt, prüft er den Ausschlag des Amperemeters und weiß, daß die Station in Ordnung ist, wenn der vorgeschriebene Wert angezeigt wird.

Die ausgesandte Energie kann je nach Bedürfnis leicht reguliert werden, indem mehr oder weniger Plattenpaare der Funkenstrecke eingeschaltet werden. Bei Maximalenergie sind acht Plattenpaare in Betrieb.

Rechts auf dem Tisch steht der Empfangsapparat (33), bestehend aus variablem Plattenkondensator, Empfangstransformator, Detektoren und an der Rückseite montiertem Zentralschalter für die gesamte Anlage.

Durch einfaches Drehen des Kondensators und Einstellung des Empfangs-Transformators läßt sich in wenigen Sekunden jede gewünschte Wellenlänge zwischen 200 und 2500 m herstellen. Der Wellenbereich des Empfängers läßt sich ohne weiteres auf 4000 und sogar 6000 m vergrößern und ist deshalb so groß gewählt, damit die Station auch von großen Landstationen empfangen kann.

Ein Verkehr zwischen großer Landstation und Schiffsstation spielt sich in der Regel so ab, daß die Schiffsstation mit normaler Wellenlänge, z. B. 600 m sendet, aber mit größerer Wellenlänge, z. B. 2000 m empfängt, da die Landstationen vielfach auf kleine Wellenlängen nicht heruntergehen können.

Die Funkentelegraphie an Bord wird dann besonders wichtig sein, wenn das Schiff Maschinenhavarie hat. Also ist es nötig, den Betrieb der Station wenigstens auf kurze Zeit unabhängig von dem Funktionieren der Schiffsmaschinen zu machen. Dies hat zur Anlage einer Notstation geführt, welche auf keinem Schiffe fehlen dürfte. Im vorliegenden Falle wird auch für die Notstation der Haupt-



sender benutzt. Der Unterschied liegt nur darin, daß er nicht durch den Umformer betrieben wird, sondern aus einer kleinen unter dem Tisch stehenden Akkumulatorenbatterie (44) und einem Hammerinduktor (43), wie ich ihn vorher beschrieben habe. Für diese Anlage, welche tags ca. 200, nachts ca. 400 km reicht, sind nur etwa 500 Watt erforderlich, so daß es leicht durchführbar ist, an Bord eine Akkumulatorenbatterie aufzustellen, welche für mehrere Stunden den Kraftbedarf für die Notstation hergibt.

Komplette Notstation für Schiffe.

Fig. 45.

Man kann die Notstation auch ganz unabhängig von der Betriebsstation machen. Zu diesem Zwecke ist eine ganz kleine Station (Fig. 45) durchgebildet, welche ebenfalls durch Akkumulatoren betrieben wird und Sender und Empfänger auf einem kleinen Wandbrett enthält.

Betriebsverhältnisse.

Die deutsche Handelsflotte hat sich viel später als z. B. die englische und amerikanische die Funkentelegraphie nutzbar gemacht. Vor zwei Jahren waren erst 58 deutsche Schiffe ausgerüstet, während es jetzt bereits 160 sind. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß die deutschen Schiffe im Auslande bis zum Jahre 1907 zu

wenig Verkehrsmöglichkeiten besaßen, denn die italienischen, englischen und amerikanischen Küstenstationen und Schiffsstationen der Marconi-Gesellschaft verweigerten allen mit anderen Systemen als Marconisystem versehenen Schiffen den Verkehr. Die deutschen Schiffahrtsgesellschaften waren also entweder gezwungen, das Marconisystem anzunehmen und den Betrieb an Bord ihrer Schiffe einer englischen Gesellschaft zu übertragen oder auf dem Verkehr mit Italien, England und Amerika zu verzichten.

Die größten deutschen Schiffahrts-Gesellschaften Hamburg-Amerika-Linie und Norddeutscher Lloyd konnten mit Rücksicht auf die bereits erfolgte Einführung der Funkentelegraphie auf ihren ausländischen Konkurrenzgesellschaften nicht abwarten bis die Verkehrsverhältnisse sich bessern würden und führten deshalb das Marconi-System ein, indem sie sich zugleich bis 1914 bezw. bis 1917 verpflichteten, kein anderes System zu benutzen.

Alle übrigen deutschen Gesellschaften sowie viele ausländische Gesellschaften nahmen die rigorosen Bedingungen der Marconi-Gesellschaft nicht an, da sie deutlich erkennen ließen, daß Marconi die Funkentelegraphie nicht dem internationalen Handel und Verkehr zugänglich machen, sondern ein Betriebsmonopol schaffen wollte, welches den Schiffahrtsgesellschaften jede freie Selbstbestimmung nehmen und sie in die von der Marconi-Gesellschaft vorgeschriebenen Bahnen zwingen sollte. Wie recht die zögernden Gesellschaften mit ihrer Ansicht hatten, zeigte die Praxis sehr schnell, denn es entstand ein unglaubliches Durcheinander auf See, und es kam so weit, daß Schiffe derselben Nationalität, ja sogar derselben Reederei, nicht miteinander verkehrten, wenn das eine Schiff Marconi-System, das andere ein anderes System an Bord führte. Diese Zustände sprachen jedem Kulturfortschritt Hohn und die Staatsregierungen erkannten schnell, daß eine internationale Regelung nötig sei und daß vor allen Dingen der Verkehr zwischen den einzelnen Systemen nicht von dem guten Willen der Fabrikanten oder Betriebsgesellschaften abhängig gemacht werden dürfe, sondern gesetzlich vorgeschrieben werden müsse. Die Marconi-Gesellschaft hat gegen diese internationale Regelung mit allen ihr zu Gebote stehenden Mitteln gekämpft und eine Zeit lang ihr Verhalten mit der Inferiorität der übrigen Systeme begründet, ja sogar behauptet, die übrigen Systeme könnten mit dem Marconi-System aus technischen Gründen nicht in Verkehr treten. Die Grundlosigkeit derartiger Behauptungen ergab sich schnell, und es konnte bald der Nachweis geführt werden, daß einzelne von den Konkurrenzsystemen bedeutend besser arbeiteten und größere Fortschritte gemacht hatten, als das Marconi-System.

Es ist wohl hauptsächlich dem Einfluß Marconis zuzuschreiben, wenn es



von 1903 bis zum 1. Juli 1907 dauerte, bis die von von allen Staaten als notwendig anerkannte Regelung in Kraft trat.

Alle Kulturstaaten erkannten die Notwendigkeit des freien Verkehrs zwischen allen Systemen an und gaben somit den wenigen loyal handelnden Gesellschaften recht, welche im Gegensatz zu der Marconi-Gesellschaft die drahtlose Telegraphie als Allgemeingut der Menschheit, als Mittel zur Förderung des internationalen Handels und Verkehrs betrachteten.

Es wurde zwischen den wichtigsten Staaten, mit Ausnahme Italiens und der Vereinigten Staaten, eine Vereinbarung dahin getroffen, daß in Zukunft eine genügend große Anzahl von Küstenstationen in jedem Staate für den funkentelegraphischen Verkehr mit Schiffen freigegeben werden solle und daß dieser Verkehr, für den gewisse Regeln aufgestellt wurden, obligatorisch sein solle, ohne Ansehen der Nation des Schiffes oder des benutzten funkentelegraphischen Systems.

Italien erkannte die Notwendigkeit einer derartigen Regelung wohl an, erklärte sich aber außerstande, der Konvention beizutreten, weil die Regierung hieran durch ältere Verträge mit der Marconi-Gesellschaft verhindert sei.

Auch die Vereinigten Staaten, welche zuerst energisch an dem Zustandekommen der Konvention arbeiteten, traten überraschenderweise derselben nicht bei, so daß sich für alle Schiffe, welche nicht das Marconi-System führen, bei Inkrafttreten des internationalen Vertrages folgendes Bild ergab:

„Jedes Schiff, gleichgültig welcher Nationalität, kann mit allen öffentlichen Küstenstationen (ausschließlich Italien und Vereinigte Staaten) in Verkehr treten, ganz gleichgültig, ob das Marconi-System oder ein anderes System benutzt wird."

Hierdurch hat sich die Lage außerordentlich zugunsten der übrigen Systeme und der Entwicklung des internationalen Verkehrs geändert, denn auch England und die englischen Kolonien haben sich der Konvention angeschlossen, und die englische Regierung hat sogar, um ihren Pflichten gegen die Konvention voll nachkommen zu können, der Marconi-Gesellschaft jeden Einfluß auf den Verkehr mit englischen Küstenstationen dadurch genommen, daß sie die im Besitz der Marconi-Gesellschaft befindlichen Stationen käuflich erwarb und in eigene Regie übernahm.

Das Nichtbeitreten Italiens und Nordamerikas schien zuerst eine große Unannehmlichkeit zu bilden, es ergab sich jedoch in der Praxis, daß die italienischen



Küstenstationen durch die französischen Mittelmeer-Stationen und die weitreichenden österreichischen Adria-Stationen vollkommen ersetzt werden konnten. Die von Marconi der italienischen Regierung auferlegte Verpflichtung, nur mit seinem eigenen System zu verkehren, sollte eine Waffe sein gegen die internationale Regelung und gegen die freie Selbstbestimmung der internationalen Schiffahrt, sie ist aber lediglich eine Last geworden für die italienische Regierung und ist im Parlament wiederholt scharf angegriffen. Sie hat zur Folge gehabt, daß ein großer Teil des internationalen funkentelegraphischen Verkehrs für Italien verloren geht, und daß Italien für einen Teil der Schiffahrt in funkentelegraphischer Beziehung eine tote Küste geworden ist.

In den Vereinigten Staaten liegen die Verhältnisse so, daß die staatlichen Küstenstationen zwar nicht verpflichtet sind, den Verkehr aufzunehmen, aber es doch tun, soweit ihre sonstigen Obliegenheiten es zulassen; außerdem sind eine Reihe von Privatstationen anderer Systeme vorhanden, und auch die Telefunken-Gesellschaft hat vor New York eine weitreichende Privatstation errichtet, sodaß die Schiffahrt auf den Verkehr mit den amerikanischen Privatstationen der Marconi-Gesellschaft, welche sich nach wie vor ablehnend verhalten, vollkommen verzichten kann. Im übrigen hat sich der drahtlose Verkehr seit Inkrafttreten der internationalen Konvention sehr gut entwickelt, und die Überlegenheit des Marconi-Systems im Schiffsverkehr ist jetzt verschwunden.

Außer dem vorerwähnten Hauptvertrag betreffend Verkehr zwischen Schiffs- und Küstenstationen wurde zwischen allen wichtigen Staaten, mit Ausnahme von England, Italien und der Vereinigten Staaten, ein Zusatzabkommen getroffen, nach welchem der Verkehr zwischen Schiff und Schiff ebenso geregelt wurde, wie vorher der Verkehr zwischen Land und Schiff. Dies bedeutete praktisch, daß die mit dem Marconi-System versehenen englischen, italienischen und amerikanischen Schiffe den Verkehr mit anderen Systemen (aber nur Schiffsstationen) verweigern konnten, während die mit Marconi-System ausgerüsteten Schiffsstationen der vertragschließenden Nationen mit allen Schiffen, gleichviel welcher Nationalität oder Systeme, verkehren müssen.

Diese Verhältnisse haben sich durch ein am 1. Juli 1911 in Kraft getretenes amerikanisches Gesetz sehr zu Ungunsten der Marconi-Gesellschaft geändert, denn dieses Gesetz bestimmt, daß alle amerikanische Häfen anlaufenden Schiffe, gleichviel welcher Nation sie angehören und mit welchem funkentelegraphischen System sie ausgerüstet sind, sich zum Austausch funkentelegraphischer Nachrichten auf See mit Schiffen aller Nationen und aller Systeme ver-

pflichten müssen. Ein Nichteinhalten dieser Verpflichtung zieht für den Kapitän des schuldigen Schiffes beim nächsten Anlaufen eines amerikanischen Hafens eine schwere Strafe nach sich.

Außer den Schiffen der vertragschließenden Mächte sind infolge dieses Gesetzes alle amerikanischen Schiffe sowie alle nach Amerika fahrenden englischen und italienischen Schiffe zum Austausch von Nachrichten verpflichtet.

Diese amerikanische Maßregel hat den letzten Rest eines Übergewichts der Marconi-Gesellschaft auf See vollkommen vernichtet und die weitere Entwicklung der internationalen Schiffstelegraphie unabhängig von dieser Gesellschaft gemacht.

Es handelt sich also um zusammen höchstens 150 englische und italienische Marconi-Schiffe, welche sich noch weigern können, mit dem Telefunken-System und den anderen Systemen zu verkehren. Demgegenüber stehen aber mindestens 900 Schiffsstationen, welche teils den vertragschließenden Nationen angehören (also verkehren müssen). teils ein anderes als das Marconi-System führen und teils durch das amerikanische Gesetz gebunden sind.

Die Absicht Marconis, diejenigen Schiffahrtsgesellschaften, welche sein System nicht führen, durch Verkehrsverweigerung zu maßregeln, ist also jetzt nicht mehr wirksam, da diesen Gesellschaften genügend Gegenstationen zum Verkehr zur Verfügung stehen, welche es nicht nötig haben, die Monopolpolitik Marconis zu unterstützen. Tatsächlich ist das Gegenteil erreicht worden, denn die an Marconi gebundenen englischen und italienischen Schiffahrtsgesellschaften sind durch die gegenüber der Marconi-Gesellschaft eingegangene Verpflichtung, nicht mit anderen Systemen zu verkehren, schwer benachteiligt, und es ist ein offenes Geheimnis, daß diese Gesellschaften fast alle mit der ihnen aufgezwungenen Rolle unzufrieden sind und die Gesellschaften beneiden, welche mit einem keine Monopolpolitik treibenden drahtlosen System ausgerüstet sind. Die Marconi-Gesellschaft aber hält trotzdem ihren Standpunkt der früheren Monopolpolitik bei diesen Schiffen noch aufrecht, wird ihn jedoch aufgeben müssen, sobald die Verträge mit den einzelnen Gesellschaften abgelaufen sind.

Wie bereits oben bemerkt, hatten die beiden größten deutschen Schiffahrtsgesellschaften bereits vor Inkrafttreten der internationalen Regelung das Marconisystem eingeführt und sich auf eine lange Reihe von Jahren den Monopolbedingungen unterworfen. Die übrigen Gesellschaften aber hatten abgewartet und führten das Telefunken-System ein, nachdem vom 1. Juli 1907 ab genügende Verkehrsmöglichkeiten für das Telefunken-System in der ganzen Welt vorhanden waren.



Die deutschen Schiffe mit Telefunken-System befanden sich daher bald in der Mehrzahl, und es entstand der unangenehme Zustand, daß sich zwei Betriebsorganisationen, nämlich Marconi und Telefunken, in der deutschen Handelsschiffahrt feindlich gegenüberstanden.

Wenn auch der Verkehr zwischen diesen Systemen nach deutschem Gesetz vollkommen geregelt war, empfand doch die Hamburg-Amerika-Linie und der Norddeutsche Lloyd ihre Zugehörigkeit zur Marconi-Organisation als schwere Last, und die Gesellschaften hatten ständig mit den durch das rigorose Verhalten der Marconi-Gesellschaft im Weltverkehr hervorgerufenen Schwierigkeiten zu kämpfen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die beiden großen Gesellschaften den dringenden Wunsch der Loslösung von der Marconi-Organisation hatten, und daß die den beiden Schiffahrtsgesellschaften nahestehenden Elektrizitätsfirmen Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft und Siemens & Halske zusammen mit ihrer gemeinschaftlichen Tochtergesellschaft Telefunken sich bemühten, im Interesse der deutschen Schiffahrt dies zustande zu bringen. Diese Bemühungen führten zur Gründung der deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie (Debeg), welche die von der Marconi-Gesellschaft und von der Telefunken-Gesellschaft bisher getrennt betriebenen Stationen auf deutschen Schiffen in einem Unternehmen vereinigte und die Verträge zwischen der Marconi-Gesellschaft und dem Norddeutschen Lloyd bezw. der Hamburg-Amerika-Linie erwarb.

Auf diese Weise ist es, allerdings mit großen Opfern, gelungen, die deutsche Schiffahrt unabhängig von der englischen Marconi-Organisation zu machen und ihr alle Verkehrsvorteile zu verschaffen, die überhaupt nur möglich sind.

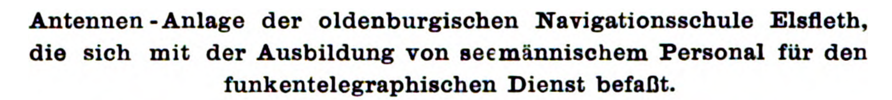
Es steht also in Zukunft der Ausrüstung aller Passagierdampfer mit Funkentelegraphie nichts mehr im Wege.

Ich hebe hier ausdrücklich die Passagierdampfer hervor, denn bei diesen ist die wichtige Bedienungsfrage dadurch gelöst, daß die deutsche Betriebsgesellschaft ihre eigenen Berufstelegraphisten mitschickt und auf diese Weise die Schiffahrtsgesellschaften von der Verantwortung für die technische Arbeit der Station, für das Einfügen derselben in den internationalen Verkehr und die Abrechnung und Verhandlung mit den verschiedenen Telegraphenbehörden entbindet.

Anders liegt es mit den Frachtdampfern, auf denen die Einstellung eines Berufstelegraphisten meistens nicht rentabel ist und die Station daher von einem Offizier oder Maschinisten im Nebenamt bedient werden muß.

Die Bedienung einer funkentelegraphischen Station hat sich zwar gegen früher sehr vereinfacht, aber es ist unumgänglich, daß der Mann sehr gut telegraphieren kann und die internationalen Verkehrsbedingungen und Vorschriften

beherrscht. Derartige Schiffsangestellte gibt es bisher noch sehr wenig, und ich glaube, hier muß vor allen Dingen der Hebel angesetzt werden, wenn die Einführung der Funkentelegraphie für die Frachtdampferflotte überhaupt in Frage kommen soll.


Antennen-Anlage der oldenburgischen Navigationsschule Elsfleth, die sich mit der Ausbildung von seemännischem Personal für den funkentelegraphischen Dienst befaßt.

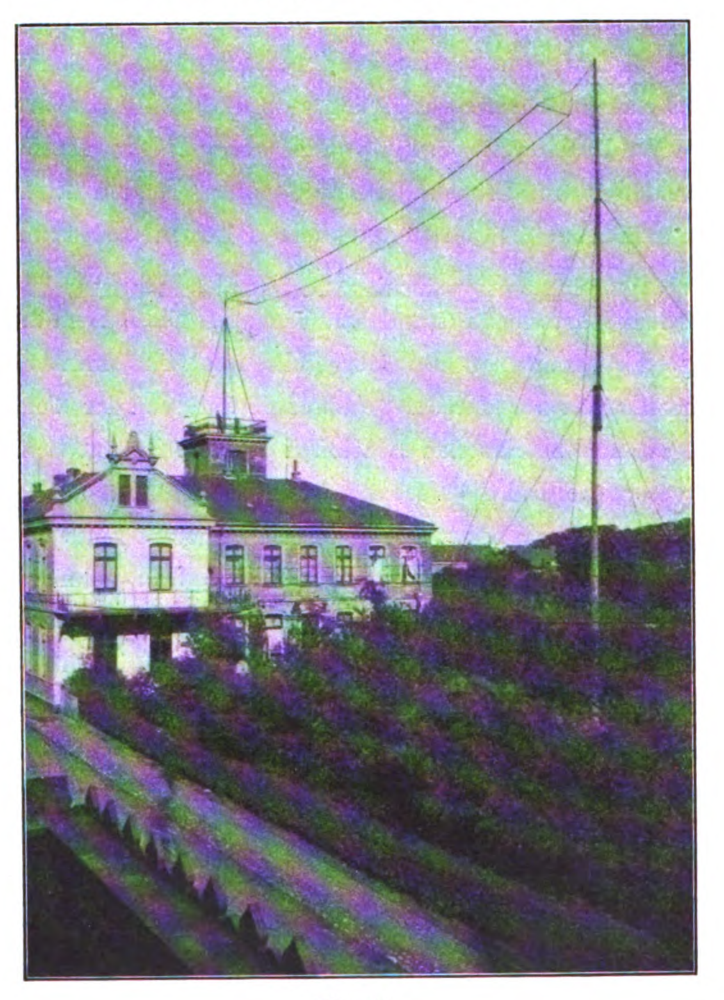


Fig. 46.

Gelegenheit zur Ausbildung im Funkentelgraphendienst ist jetzt allen Schiffsangestellten geboten, nachdem die Navigationsschule in Hamburg, das staatliche Technikum dortselbst, sowie die Navigationsschulen in Bremen und Elsfleth funkentelegraphische Kurse eingerichtet haben.

Innerhalb von etwa 1½ Jahren haben bereits 42 Schiffsoffiziere das staat-

liche Bordexamen gemacht, und ich glaube, man sollte auf diesem Wege fortfahren, denn nicht nur die Handelsflotte, sondern auch die Kriegsmarine hat ein Interesse daran, möglichst viel mit funkentelegraphischen Stationen vertrautes Personal zur Verfügung zu haben.

Die Reedereien aber sollten dieses Vorgehen der Navigationsschulen nach Möglichkeit dadurch fördern, daß sie besonders befähigten Offizieren für die Dauer eines Kursus Urlaub geben und denjenigen Offizieren und Maschinisten, welche sich im Besitz des staatlichen Zeugnisses für Bordtelegraphisten befinden, bessere Anstellungsbedingungen gewähren.

Lehrstation der Navigationsschule Elsfleth.

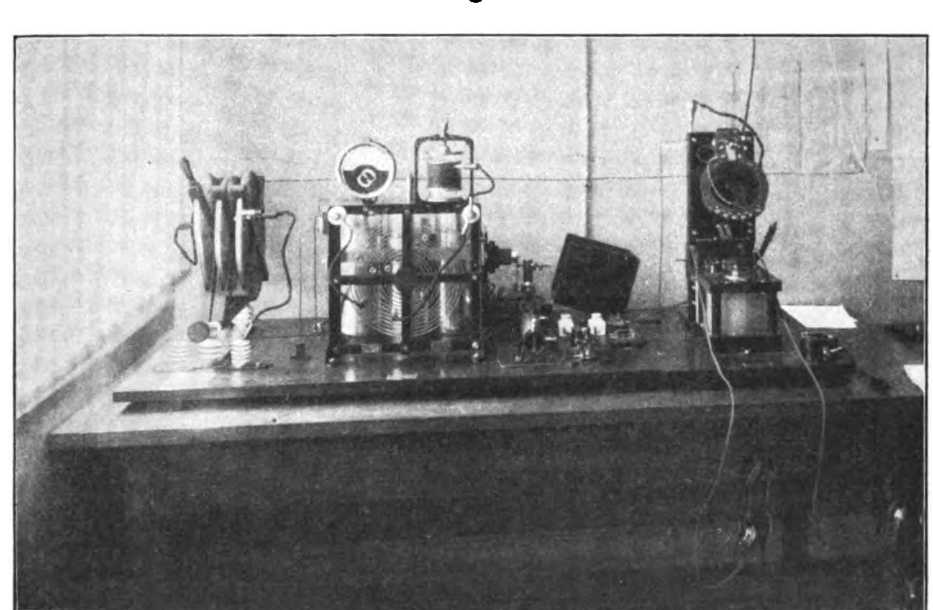


Fig. 47.

Fig. 46—48 zeigen die kürzlich in der oldenburgischen Navigationsschule zu Elsfleth eingerichtete Unterrichtsanlage. Die Antenne ist auf der einen Seite an der Flaggenstange des Hauses befestigt, auf der anderen Seite ist ein etwa 30 m hoher Schiffsmast aufgestellt. Mit der Antenne verbunden ist eine im Erdgeschoß befindliche Station nach dem System tönende Funken, welche für die Zwecke des Unterrichts übersichtlich auf einem Tisch angeordnet ist, links die Apparate des Senders, rechts der Empfänger. In demselben Raum finden auch die einleitenden Telegraphierübungen statt, welche nicht auf funkentelegraphischem Wege vor sich gehen, sondern jeder Schüler ist durch Draht mit einer Zentralstelle verbunden und hat vor sich

Unterrichtszimmer für Telegraphierübungen in der Navigationsschule Elsfleth.

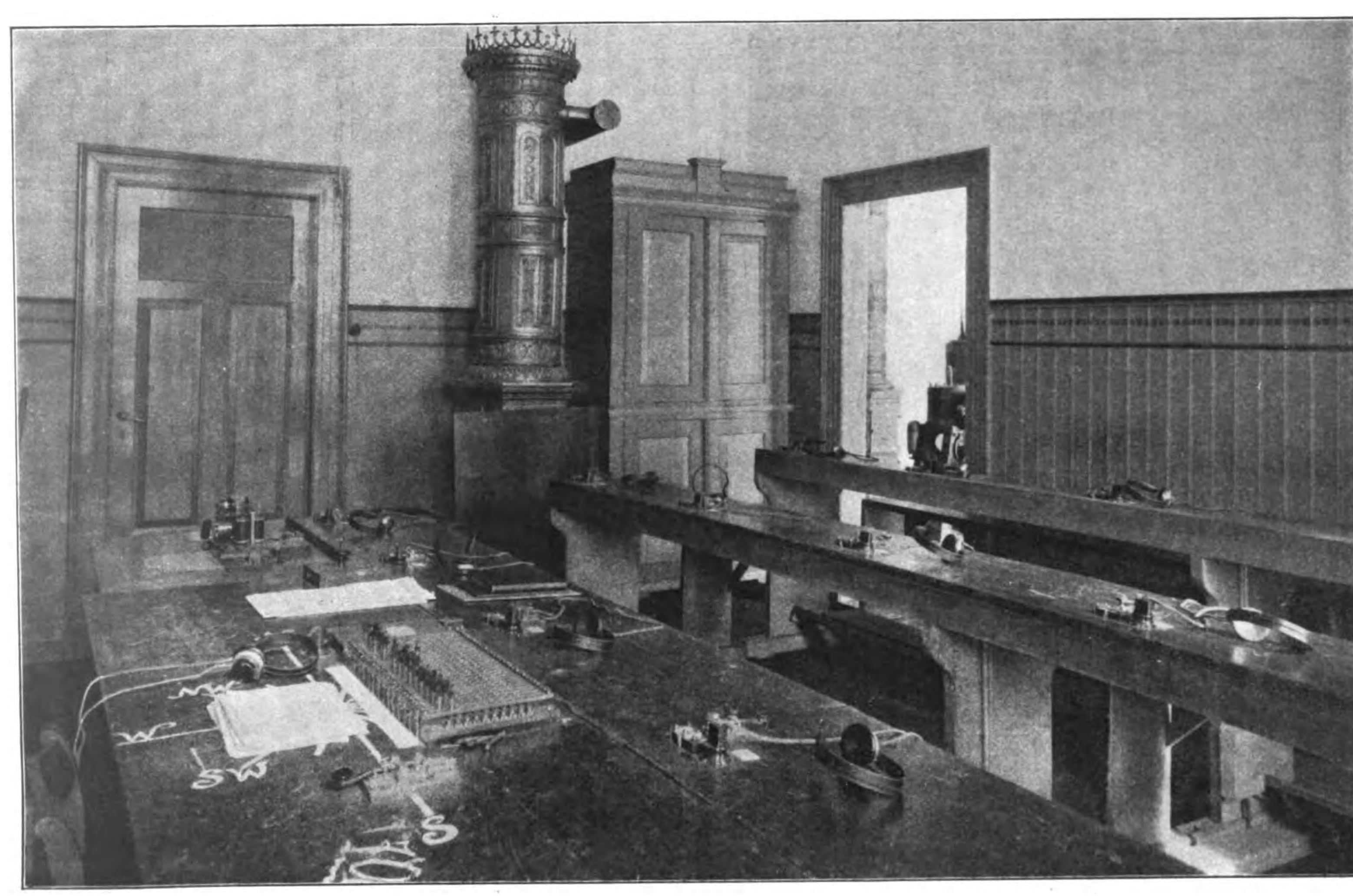


Fig. 48.

auf dem Tische ein Hörtelephon und einen Taster. Von dieser Zentralstelle aus können alle Schüler gleichzeitig von dem Lehrer im Telegraphieren unterrichtet und geprüft werden.

Nachdem jeder Schüler in der Lage ist, mindestens 15 Worte pro Minute zu telegraphieren oder aufzunehmen, wird er mit der Handhabung der richtigen Betriebsstation vertraut gemacht und kann mit den Teilnehmern des Kursus in Bremen oder mit der zu diesem Zwecke zur Verfügung stehenden Küstenstation Bremerhaven Radiotelegramme auswechseln.

Der Unterricht erstreckt sich dann noch auf die internationalen Verkehrsmöglichkeiten, die gesetzlichen Vorschriften, die allgemeine Handhabung des Telegraphendienstes, Taxenberechnung, Abrechnung mit den Telegraphenverwaltungen usw., so daß der Schüler doch immerhin 3—4 Monate fleißig arbeiten muß, wenn er das von einem Beamten der Reichstelegraphenverwaltung abgenommene Examen bestehen und die Berechtigung zur selbständigen Führung einer Schiffsstation erwerben will.

Die Telegraphenverwaltung hat dankenswerterweise den aus Schiffahrtskreisen stammenden Vorschlag betr. Erleichterung der Prüfungsbedingungen in Erwägung gezogen, und es ist wohl wünschenswert, daß in Zukunft in den Prüfbestimmungen für Berufstelegraphisten und Telegraphisten im Nebenamt ein gewisser Unterschied gemacht wird.

Zu weit darf man aber im Interesse der Schiffahrt hierin auch nicht gehen, denn schließlich werden ausländische gut bediente Stationen über eine schlecht bediente deutsche Station einfach zur Tagesordnung übergehen, da langsam und fehlerhaft abgegebene Telegramme nur den allgemeinen Verkehr stören.

Staatliche Fürsorge.

Die nautische Funkentelegraphie hat sich in Deutschland stets der besonderen Fürsorge der Staatsregierung erfreut und besonders das Reichspostamt hat auf seiner großen Küstenstation Norddeich bei Emden Einrichtungen getroffen, die der Schiffahrt zugute kommen und die Navigation in deutschen Gewässern erleichtern.

Täglich um 1 Uhr mittags und um 1 Uhr nachts mitteleuropäischer Zeit meldet diese Station drahtlos allen Schiffen auf See die ihr vom Observatorium Wilhelmshaven übermittelte Zeit und setzt so die mit Funkenstationen versehenen Schiffe in die Lage, ihren Chronometer täglich präzise ohne Zuhilfenahme des Bestecks einzustellen.



Um die Schiffe rechtzeitig aufmerksam zu machen und ihnen die Abstimmung ihres Empfängers auf die Norddeichwelle zu ermöglichen, wird von 12 Uhr 53 Min. bis 12 Uhr 55 Min. zuerst das Zeichen . . . — ununterbrochen gegeben, sodann folgen die wirklichen Zeitsignale, welche in zweimal je 3 Gruppen von je 5 Sekunden angeordnet sind, so daß jede Gruppe mit einer vollen Zehnersekunde endet und das letzte Zeitsignal genau 1 Uhr mitteleuropäischer Zeit angibt. Der Beginn jedes etwa $1/3$ Sekunde dauernden Zeitsignals ist der Zeitpunkt der davorstehenden vollen Sekunde.

Im Anschluß an das Zeitsignal um 1 Uhr mittags wird außerdem ein Wetterbericht gegeben, der in durchschnittlich 25 Worten eine Übersicht über die am Morgen um 8 Uhr beobachtete Luftdruckverteilung und die Windverhältnisse der Nord- und Ostsee gibt. Die Nachrichten selbst werden von der deutschen Seewarte nach Norddeich telegraphiert. Treffen besondere Sturmwarnungen nach 1 Uhr mittags in Norddeich ein, so werden sie nachts im Anschluß an die Zeitungsmeldungen, auf die ich noch später eingehen werde, bekanntgegeben. Für die Ostsee erfolgt ein Sturmwarnungsdienst im Bedarfsfalle durch die Station Bülck. Die mit Funkentelegraphie ausgerüsteten Schiffe sind seitens des Reichspostamtes und der deutschen Seewarte verpflichtet, allen anderen nicht drahtlos ausgerüsteten Fahrzeugen die aufgenommenen Sturmwarnungen durch die allgemein üblichen Signalvorrichtungen zu übermitteln.

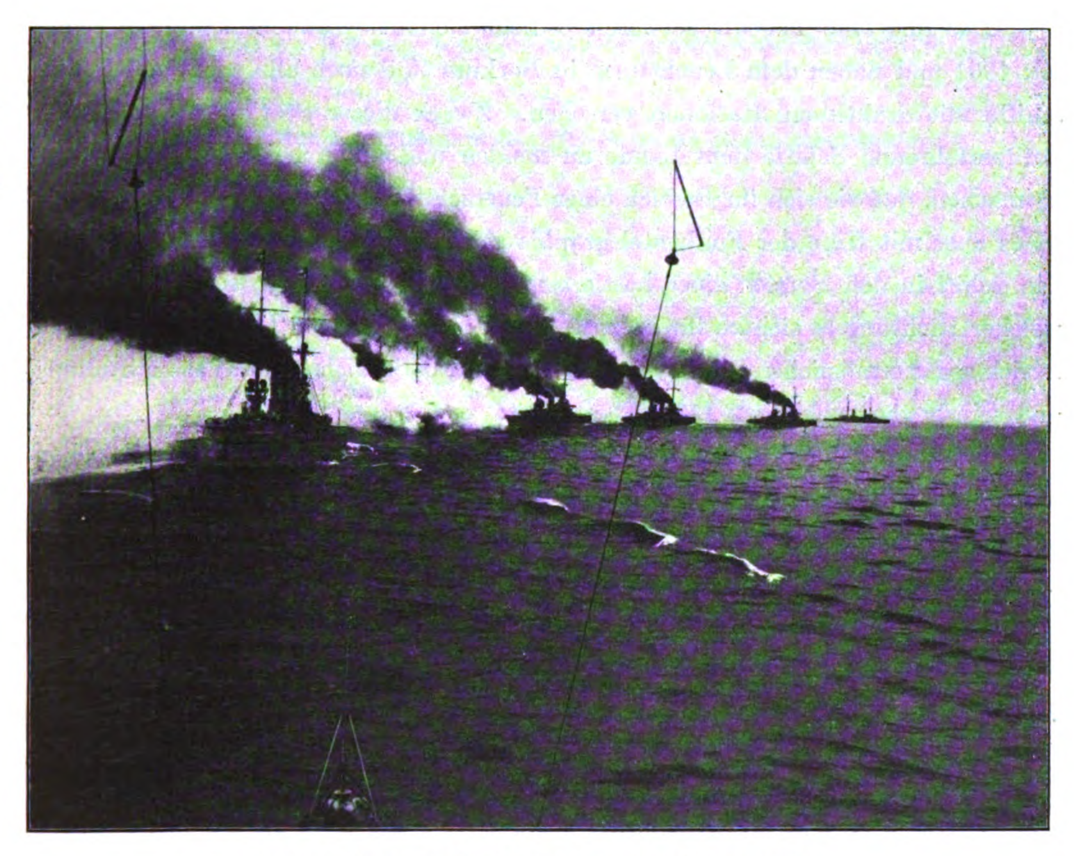
Diese segensreiche Einführung des Sturmwarnungs- und Zeitdienstes ist ganz besonders wichtig für kleinere Schiffe, wie z. B. Fischereifahrzeuge, die durch rechtzeitige Benachrichtigung häufig in die Lage gesetzt werden, dem Sturm auszuweichen und den nächsten Hafen anzulaufen. Um auch für diese bisher nur zum kleinsten Teil mit Funkenstationen versehenen Fahrzeuge den Norddeichdienst nutzbar zu machen, hat die Telefunken-Gesellschaft einen ganz neuartigen Empfangsapparat erfunden, der nicht größer und teurer als ein Chronometer ist und mit Hilfe dessen jedes Schiff die Zeit- und Wettermeldungen von Norddeich im Bereich der Nordsee und Ostsee aufnehmen kann. Auch ganz einfache und billige Sendeanlagen sind in letzter Zeit auf Anregung des Reichsamtes des Innern konstruiert und diese Behörde fördert die Einführung derartiger Apparate in den Fischereibetrieb mit allen zu Gebote stehenden Mitteln.

Auch ein Sicherheitsdienst gegen Cholera ist auf der Funkenstation Norddeich eingerichtet worden. Die aus choleraverdächtigen Gebieten heimkehrenden Dampfer geben funkentelegraphische Nachrichten über den Gesundheitszustand und die Beschaffenheit der Entkeimungsmaßregeln an die Station Norddeich, die sie weiter an sämtliche Hafenpolizeistationen der deutschen Nordseeküste ver-



mittelt. In erster Linie sollen die funkentelegraphischen Berichte des Schiffsarztes dazu dienen, die Passagiere und Güter der Ozeandampfer vor den wirtschaftlichen Schädigungen einer eventuellen wochenlangen Quarantäne zu bewahren, da in nicht seuchefreien Zeiten die Gesundheitspolizei in den Hafenstädten mit Arbeit

Bei den Flottenmanövern 1911 kam die Funkentelegraphie in großem Umfange zur Verwendung.



a) Die Ausläufer der über den Vordermast verlängerten Antenne.
b) Sprühschutzisolator.
c) Hanfseil, mittels dessen die Abspannung der Antenne am Bug erfolgt.

Fig. 49.

überhäuft ist und die Untersuchung der einzelnen Schiffe oft lange Zeit in Anspruch nimmt. Die Ergebnisse der schiffsärztlichen Untersuchungen von Passagieren und der infektorischen Maßnahmen bei den übrigen Ladungs- und Schiffsteilen bieten der Hafenpolizei eine wichtige Handhabe für die Behandlung des betreffenden Schiffes.

Wie die Reichspost durch die in Norddeich getroffenen Einrichtungen ihre

Fürsorge für die Navigation bekundet, so hilft sie auch dem seereisenden Publikum über die Eintönigkeit der Seefahr hinweg, indem sie für eine gute Verbindung zwischen Schiff und Land in deutschen Gewässern sorgt, ja sie geht sogar noch weiter und übermittelt täglich mittags und nachts die neuesten Wolffschen Telegramme an die deutschen Schiffe, so daß die Passagiere bis nach Sizilien, nach Teneriffa und weit in den atlantischen Ozean ihre Zeitung lesen können, als wenn sie zu Hause wären.

Das deutsche Leuchtfeuerwesen bedient sich der Funkentelegraphie schon seit 1901 und neben dem Leuchtturm in Borkum sind noch alle wichtigen Feuerschiffe mit drahtlosen Stationen versehen. Zweck dieser Stationen war bisher, vorüberfahrende Schiffe dem Lande zu melden und ihnen bei Nebel bemerkbar zu machen, daß sie sich im Bereich einer Feuerschiffstation befinden. Neuerdings ist es aber mit Hilfe der Funkentelegraphie gelungen, nicht nur festzustellen, daß das Schiff in den Bereich einer bestimmten Station gelangt ist, sondern auch in welcher Richtung es sich zu ihr befindet. Mit Hilfe von zwei Landstationen wird es sich sogar ermöglichen lassen, daß ein im Nebel befindliches Schiff seine Stellung und seinen geographischen Punkt bestimmt.

Das preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten beschäftigt sich schon seit 1906 mit diesem für die Navigation so wichtigen Problem und hat lange Zeit auf dem Müggelsee bei Berlin praktische Versuche vorgenommen, deren Resultate zu den besten Hoffnungen berechtigen.

Die grundlegende Idee ist die, daß an mehreren nicht sehr weit voneinander entfernten Küstenpunkten kleine Radiostationen aufgestellt werden, die jede mit 16 oder 32 im Sinne der Windrose angeordneten Antennen ausgerüstet sind.

Jeder Sender wird nun automatisch in regelmäßigen Abständen nacheinander mit jeder einzelnen Antenne verbunden, wobei er jedesmal ein anderes Zeichen gibt, so daß also jede Station in bestimmten Zeiträumen nach jeder Himmelsrichtung ein besonderes Zeichen abgibt. Ein vorüberfahrendes Fahrzeug, welches sich im Nebel orientieren will, beobachtet nun mit seinem drahtlosen Empfänger die von den beiden nächstliegenden Küstenstationen eintreffenden Zeichen und stellt vor allen Dingen aus der Charakteristik der Zeichen (Reihenfolge der Zeichen, Tonhöhe und dergl.) fest, um welche Stationen es sich handelt. Dann wird die Intensität der ankommenden Zeichen bestimmt und untersucht, welches bestimmte Zeichen jeder der beiden Stationen entweder am stärksten oder am schwächsten wahrnehmbar ist. Die auf den Standort des Schiffes gerichtete Antenne jeder der beiden Stationen wird natürlich die Wirksamste sein, während die Zeichen der anderen ent-



sprechend ihrer abweichenden Richtung schwächer und zum Teil gar nicht bemerkbar sind. Eine Karte (Fig. 50), auf welcher die Küstenstationen, die Richtung ihrer Antennendrähte und die zugehörigen Signale eingetragen sind, ermöglicht dann den ungefähren Standort des Schiffes im Schnittpunkt der Verlängerung der beiden auf das Schiff gerichteten Antennen anzunehmen. Die vorerst im kleinen Maßstabe durchgeführten Versuche werden demnächst an der See unter richtigen Betriebsverhältnissen fortgesetzt, und wenn sich alle Erwartungen erfüllen, wird man zu Orientierungszwecken auf See zukünftig die elektrischen Wellen in ähnlicher Weise benutzen können wie die von den Leuchttürmen ausgesendeten Lichtwellen.

Ersatz des Leuchtfeuers bei Nebel durch Radiotelegraphie.

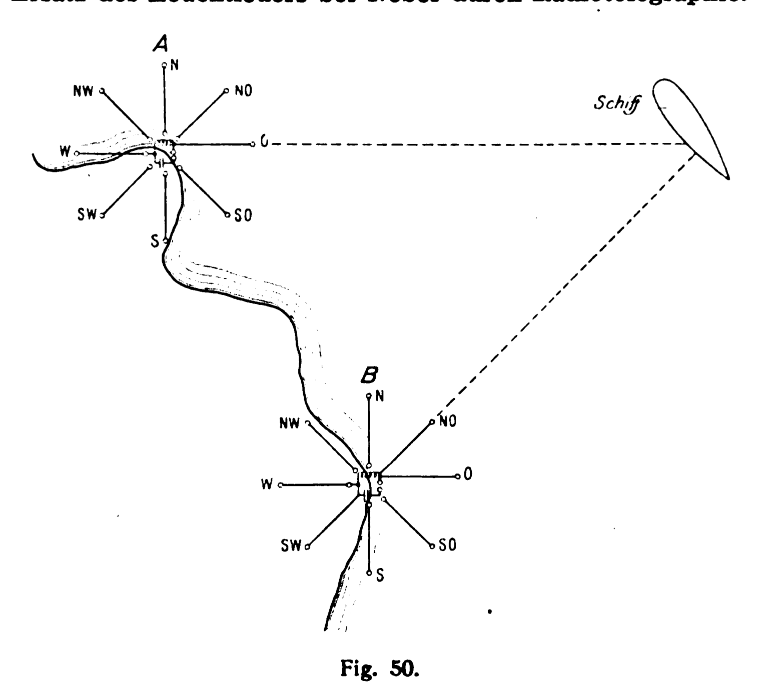


Fig. 50.

Ähnliche Versuche jedoch mit anderen Anordnungen haben auch vor kurzem in Frankreich gute Resultate ergeben, die hier beschriebene deutsche Methode hat jedoch den Vorteil, daß die Schiffe ihre gewöhnlichen Antennen und Empfänger behalten können und nicht genötigt sind, besondere komplizierte Vorrichtungen, wie gerichtete Antennen und teure Kompaßempfänger, anzuschaffen.

Das Reichsmarineamt unternimmt bereits seit längerer Zeit systematische Beobachtungen über den Einfluß atmosphärischer Störungen auf das Arbeiten funkentelegraphischer Stationen und hat angeregt, daß derartige Beobachtungen in größerem Maßstabe auch von Privatgesellschaften nach einer von der Marine-

verwaltung vorgeschlagenen Methode fortgesetzt werden. Diese Anregung ist für die Weiterentwicklung der Funkentelegraphie von allergrößtem Wert, da es mit der Zeit vielleicht möglich sein wird, soviel Material zu gewinnen, daß man die zu gewissen Jahres- und Tageszeiten auf den einzelnen Stationen zu erwartenden atmosphärischen Störungen mit einiger Sicherheit voraussagen kann.

Es wäre sehr zu empfehlen, daß diese wertvollen Beobachtungen nicht allein auf Deutschland beschränkt bleiben, sondern sich auf die ganze Welt erstrecken. Das auf diese Weise gewonnene Material könnte dann von einer internationalen Kommission bearbeitet und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

Meine Herren, es ist nicht das erste Mal, daß die Schiffbautechnische Gesellschaft sich mit der Funkentelegraphie beschäftigt. Im Jahre 1904 hat Professor Braun, 1907 Graf Arco die Ehre gehabt, Ihnen über die neuesten Erfolge auf dem Gebiete der Radiotelegraphie- und Telephonie zu berichten, und erst vor wenigen Jahren besichtigte eine große Zahl von Teilnehmern an der Hauptversammlung die große Station Nauen der Telefunkengesellschaft.

Wenn der Vorstand trotzdem in diesem Jahre schon wieder die Funkentelegraphie auf die Tagesordnung gesetzt hat, so geschieht dies wohl nicht allein aus allgemeinem Interesse für eine neue Technik, ich habe vielmehr das Gefühl, als wenn die Schiffbautechnische Gesellschaft hiermit anerkennen will, daß die Funkentelegraphie nunmehr das Anfangsstadium ihrer Entwicklung verlassen hat und ein wichtiger Bestandteil der modernen Schiffbautechnik zu werden beginnt.

Ich bin überzeugt, daß diese Zugehörigkeit für die radiotelegraphische Industrie ein Ansporn ist, ihre Technik weiter zu vervollkommnen und den großen Leistungen des deutschen Schiffbaues nachzueifern.

Diskussion.

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Herrn Direktor Bredow sage ich aufrichtigen Dank für seinen lehrreichen Vortrag, in welchem er uns die neuesten Fortschritte der drahtlosen Telegraphie so anschaulich vor Augen geführt hat.



XI. Der Ölmotor im deutschen Seefischereibetriebe.

*Vorgetragen von **F. Romberg** - Charlottenburg.*

I. Nationale und wirtschaftliche Bedeutung der Seefischerei.

Die Ölmaschine tritt jetzt mit Erfolg in den Seefischereibetrieb ein.

Daneben verschaffen sich auch andere technische Neuerungen Eingang in diesen Betrieb. So die drahtlose Telegraphie, mit welcher man gegenwärtig die ersten, vielversprechenden Versuche macht.

Alles dies lenkt die Aufmerksamkeit mehr als bisher auf ein von Grund auf technisches Gewerbe.

Die technischen Einrichtungen sind für das Gewerbe von höchster Bedeutung; mit ihnen steht und fällt es; sie sind in unserer wirtschaftlich stark bewegten Zeit entscheidend, nicht nur für seine Rentabilität, sondern überhaupt für seine Lebensfähigkeit.

Um so erstaunlicher ist es, daß die Kunst des Ingenieurs hier noch wenig zu Hause ist. Gar zu vieles erscheint fast allein dem Handwerk überlassen. Dieses findet hier mit der Zeit immer schwieriger werdende Aufgaben, welchen seine Kräfte und Fähigkeiten immer weniger entsprechen. Namentlich die Kleinfischerei, ausgeübt von einzelnen selbständigen Seefischern, wird häufig genug mit minderwertigen Einrichtungen betrieben. Die Ingenieurkunst aber dient vorwiegend den Großbetrieben oder doch größeren Unternehmungen. Sie gewähren ihren Leistungen höheren Lohn, als dieses Kleingewerbe auch nur annähernd bieten kann.

Je mehr die Technik nach allen Richtungen fortschreitet, desto auffälliger wirkt die Rückständigkeit auf diesem Gebiete. Man sieht auf modernen Handels- und Kriegsschiffen wahre Großtaten der Technik vollbracht und daneben das einfache Fischerboot in Bau und Einrichtung mit erdrückenden Mängeln behaftet. Manchmal liegt es wohl am Geld; alles soll hier für gewöhnlich nicht viel kosten.



Häufiger aber ließe sich mit demselben Geld weit mehr leisten. Da fehlt es dann am schöpferischen Geist, der Aufgabe und Lösung klar erkennt, die Mittel übersieht und sachgemäß verwendet. Hier tatkräftig helfend zu wirken, ist für den Ingenieur eine würdige Aufgabe. Würdig, sage ich, denn sie ist nicht leicht; die Schwierigkeiten sind nicht gering. Die Beschäftigung damit verlangt hohes Können, viel Erfahrung und zudem, wie erwähnt, mehr ideales als materielles Interesse. Würdig ist die Aufgabe auch aus diesem Grunde: in nationaler und wirtschaftlicher Beziehung ist die Förderung dieses Gewerbes eine Kulturaufgabe, deren Lösung aufs innigste die Wohlfahrt unseres Volkes berührt.

Was die Seefischerei in nationaler Hinsicht für ein Volk bedeutet, wird durch folgendes trefflich beleuchtet:

Im Jahre 1883 fand zu London eine internationale Fischereiausstellung statt. Dort hielt der Prinz von Wales, nachmalige König Eduard VII., einen Vortrag über die Seefischerei und die Fischereibevölkerung des Vereinigten Königreiches und sprach damals die denkwürdigen Worte:

> „Ich will versuchen, Ihnen eine Idee von der großen Wichtigkeit zu geben, welche eine blühende Seefischerei für die ganze Nation hat.
>
> Von alters her haben die Bewohner der Küsten der britischen Inseln einen Teil ihrer Nahrung der See entnommen. Dieser Betrieb erzog eine Rasse von Menschen, stark, an Gefahren und Strapazen gewöhnt, geduldig und ausdauernd bei ihren Unternehmungen, tapfer, zuverlässig und findig in allen Gefahren; dabei intelligent und der Selbstzucht zugänglich durch die stete Unterordnung ihres Willens unter den Leiter ihrer Betriebe, gewöhnt mit anderen zusammenzuarbeiten für einen bestimmten Zweck.
>
> Diese Eigenschaften werden nicht allein durch die Gewöhnung von frühester Jugend auf herausgebildet; sie sind ererbt und werden von Geschlecht zu Geschlecht verstärkt.
>
> Die mächtige Stellung, welche dieses Königreich unter den Völkern der Erde erlangt hat, wird in gewisser Weise unsern Fischern zu danken sein; denn sie waren unsere ersten Seeleute. Aus kleinen Anfängen wuchs die Zahl und Tüchtigkeit unserer Seeleute, bis das ganze Volk von dem seemännischen Geist durchdrungen war, dem wir verdanken, daß sich unsere Rasse über den ganzen Erdball verbreitet, und daß sie ein Reich aufgerichtet hat, in dem die Sonne nicht untergeht.
>
> In alten Zeiten müssen Fischer unseren Seehandel bewirkt haben; sie bemannten unsere Kriegsschiffe. Die Fischerei West-Englands war die Kinderstube der Seeleute, mit welchen Drake seine Erdumseglung machte.“



Das sind stolze, selbstbewußte Worte, getragen von echt englischem Geiste. In der Sache aber haben sie ihre volle Berechtigung. Will eine Nation Welthandel treiben und überhaupt eine Seegeltung erlangen, so muß sie die Seefischerei pflegen als ein kostbares Gut; sie muß ein klar vorgezeichnetes Programm mit Umsicht und Nachdruck zur Durchführung bringen; kurz sie muß in dieser Richtung eine zielbewußte Politik verfolgen, bei welcher der Lösung technischer Aufgaben ganz naturgemäß eine bedeutsame Rolle zufällt. Denn es gibt keine andere Vorschule der Seemannschaft, die auch nur annähernd gleichwertig wäre. Sie vererbt vom Vater auf den Sohn die Liebe zur See, als der Spenderin von Arbeit und Brot, den treuen, bedächtigen und mannhaften Sinn, die Fähigkeit zu unerschrockener schwerer Tätigkeit im Kampfe mit den Elementen.

Auf Kriegs- und Handelsschiffen werden Fischer stets den wertvollen Grundstock der Besatzung bilden. Sie stehen fest in Not und Gefahr, vermögen frei und selbständig zu handeln, wenn es darauf ankommt; kein schwerer Schlag lähmt oder erschüttert so leicht ihre zähe Tatkraft.

Mit dem Verfall der Segelschiffahrt ist diese Bedeutung der Seefischerei noch erheblich gewachsen.

Auch wirtschaftlich ist das Gewerbe von großer Bedeutung. Der Fisch als Volksnahrungsmittel kann heute weniger als je entbehrt werden. Das beweist schon allein der Konsum. Das Jahr 1910 z. B. ergibt folgende interessante Übersicht:

1.	Deutscher Fang der großen Heringsfischerei in der Nordsee	11 500 000 *M*
2.	Einfuhr von Salzhering aus dem Auslande in Deutschland	39 708 000 „
3.	Deutscher Frischfischfang aus Nord- und Ostsee einschließlich der Haffs	25 308 143 „
4.	Einfuhr frischer Seefische in Deutschland aus dem Auslande	34 125 000 „
	Gesamter deutscher Fang	36 808 143 „
	Gesamte Einfuhr aus dem Ausland	73 833 000 „

Eine große Menge Fische kommt somit noch aus dem Auslande zu uns. Der Gesamtverbrauch ist also wesentlich größer als unser eigener Fang und beträgt etwa das Dreifache des ersteren. Dabei ist unser Verbrauch von Fischen durchaus noch nicht am Ende seiner Entwicklung: er ist vielmehr andauernd im Wachsen begriffen. Die Fischnahrung spielt bei uns bei weitem noch nicht die Rolle, die derselben ihrem Werte nach zukommt, und die sie anderswo längst gewonnen hat.

Die Gründe dafür sind mannigfaltig.

Zu einer relativ schmalen Küste gehört bei uns ein sehr tiefes Hinterland. Da sind die Schwierigkeiten, den Fisch in frischem Zustande weit in das Land zu befördern, naturgemäß erheblich. Die technischen Einrichtungen hierfür sind möglich, auch zum Teil schon in Anwendung, aber noch nicht genügend verbreitet.

Der Fisch wird auch häufig genug als Volksnahrungsmittel nicht hinlänglich gewürdigt; er ist an vielen Orten sozusagen noch zu wenig populär. Aber auch dies ändert sich jetzt dank der Wirkung gründlicher Aufklärung von berufener Seite.

Im Vergleich mit der Seefischereibevölkerung mancher anderen Länder ist diese bei uns noch ziemlich gering an Zahl. An dem ganzen deutschen Teil der Nord- und Ostseeküste, d. h. auf eine Erstreckung von etwa 3000 Seemeilen wohnen nur etwa 30 000 Seefischer. $\frac{1}{3}$ davon entfallen auf die Nordsee, $\frac{2}{3}$ auf die Ostsee. Dabei zählen die Bewohner der Küstenstaaten und Provinzen insgesamt etwa 10 Millionen. Zum Vergleiche damit erwähne ich folgendes. Das kleine Dänemark hat eine Küste von 1500 Seemeilen Länge, insgesamt 2,5 Millionen Einwohner, darunter aber allein 17 000 Fischer. An Fahrzeugen verfügt die deutsche Seefischerei über rund 15 000, die dänische über 14 000.

Diese Zahlen kennzeichnen schon zur Genüge, welcher kräftigen Entwicklung das Seefischereigewerbe bei uns noch bedarf, um seine Erfolge mit denjenigen anderer Länder nur einigermaßen messen zu können. Daß diese Entwicklung vielfach mit größeren Schwierigkeiten verbunden als anderswo, ist allerdings keine Frage und nicht zu übersehen. Schon unsere örtliche Lage, abseits vom offenen Weltmeer mit seinem großen Fischreichtum, ist unseren Fischern wenig günstig. Eine erhebliche Entfernung von den Fanggründen ist naturgemäß ein starkes Hindernis für den Fischfang. Sie vermindert den Ertrag wegen der für die Wege aufzuwendenden Zeit. Sie erschwert auch den schnellen Absatz des Fangs, was für die Qualität und den Preis der Ware von großer Bedeutung ist.

Über diese und ähnliche Schwierigkeiten mit bestem Erfolge hinwegzuhelfen, das ist eben die hohe Aufgabe der Technik.

II. Ölmaschinen für die Seefischerei.

Die erste Erprobung des Ölmotors in der deutschen Seefischerei liegt noch nicht lange zurück: sie begann etwa im Jahre 1902.

Damals hatte Skandinavien, das klassische Land der Seefischerei, auf diesem Gebiet bereits eine fast zehnjährige Entwicklung mit Erfolg erledigt. Bemerkenswert ist, daß man dort anfangs der neunziger Jahre vorigen Jahrhunderts



zunächst begonnen hatte, den Ölmotor für den Antrieb der Netzwinden brauchbar zu gestalten. Dies gelang in wenigen Jahren, bevor noch der Antrieb des Fahrzeugs durch den Motor überhaupt in Betracht gezogen wurde. Erst der Erfolg mit den Motorwinden veranlaßte auch die Einführung des Motors als Antriebskraft für das Boot. Diese Tatsache ist besonders hervorzuheben, weil uns heute der umgekehrte Gang der Entwicklung die größeren Schwierigkeiten zu bereiten scheint. Der Schraubenantrieb dünkt uns jetzt für die hier in Betracht kommenden Fälle relativ einfach. Hingegen ergibt die Frage, wie die Hilfsmaschinen betriebssicher und wirtschaftlich vorteilhaft zu betreiben, selbst bei kleinen Fahrzeugen oftmals schwierige Einzelaufgaben.

In Deutschland erfreuten sich die Bestrebungen zur Einführung des Motors in die Seefischerei sogleich der aufmerksamsten Pflege durch den Deutschen Seefischereiverein, welcher, wirksam unterstützt von der Reichsregierung, bald tatkräftig vorging. Aber er fand längere Zeit für seine Wünsche wenig Gegenliebe bei unserer Industrie. Diese suchte zunächst ihr Heil im Leichtölmotor, noch dazu in der ganz ungeeigneten Bauart des Wagenmotors, darauf auch in Petroleummaschinen, die aber im Prinzip ganz ähnlich beschaffen waren. Solche Versuche mißlangen und mußten natürlich mißlingen; denn erstens ist der Leichtölbetrieb wegen seiner Feuers- und Explosionsgefahr sowie auch seiner Kosten wegen für die Seefischerei vollständig unbrauchbar, zweitens ist die Ausführung mit Vergaser und elektrischer Zündung in der Hand eines Fischers durchaus betriebsunsicher, und drittens ist nur ein schwer und kräftig gebauter Motor den Strapazen dieses Betriebes überhaupt gewachsen.

In dem Augenblick, als diese Bemühungen scheiterten, hatte unsere Industrie nichts Brauchbares an die Stelle zu setzen. Sie versagte längere Zeit vollständig, und zwar angesichts der Tatsache, daß in Dänemark z. B. schon ein blühender Motorbetrieb auf zahlreichen Fischerbooten bestand.

Inzwischen litten unsere Fischer in verstärktem Maße unter der ausländischen Konkurrenz, welcher sie, obwohl schon von Natur weniger begünstigt, noch dazu mit wesentlich schwächeren Mitteln gegenüberstanden. Die deutsche Kleinfischerei drohte elend zugrunde zu gehen, während die ausländische sich sichtbar entwickelte. Um dies zu verhindern, mußte man notgedrungen fremde Motoren kaufen.

So kam es, daß jahrelang dänische und schwedische Motore durch unsere Fischer bezogen werden mußten, daß Reichsgelder zur Unterstützung derselben als Bezahlung für die Motore ins Ausland wanderten und der auswärtigen Industrie

im Kampf mit der heimischen noch recht den Rücken stärkten. In Deutschland, dem Ursprungslande des Dieselmotors, gab es bis zum Jahre 1908 keinen brauchbaren Fischereimotor. Kühn ging die Entwicklung bereits an die großen Leistungen heran, während die Frage des Rohölkleinmotors noch völlig offen war.

Diesen unwürdigen Zustand beendigt zu haben, ist das Verdienst des Deutschen Seefischereivereins. Der erließ im genannten Jahr ein Preisausschreiben zur „Erlangung brauchbarer Motoren und Winden für Fahrzeuge der Deutschen See- und Küstenfischerei“, wozu das Reichsamt des Innern in höchstachtbarem Betrage die Mittel und außerdem der Verein Deutscher Motorfahrzeugindustrieller einen sehr nennenswerten Beitrag gab.

Dieser Wettbewerb ist eben erst abgeschlossen nach fast dreijähriger Dauer, die dadurch erklärlich wird, daß nacheinander verwirklicht wurden:

Konstruktion und Bau der Motoren mit anschließender Vorprüfung auf dem Probestand durch Mitglieder des Preisgerichts,

Einbau in die Fahrzeuge und

einjährige Erprobung auf See im praktischen Betrieb mit darauffolgender Schlußprüfung, wiederum durch das Preisgericht.

Die Zeit dieses Wettbewerbs ist die Zeit der Entwicklung brauchbarer deutscher Seefischereimotore, die es vorher überhaupt nicht gab, von denen jetzt aber mit vollem Recht geredet werden kann. Das Preisausschreiben brachte einen vollen Erfolg. Was ich im Folgenden an ausgeführten Kleinmotoren für die Seefischerei vorführen kann, ist alles veranlaßt oder doch stark beeinflußt worden durch jenen Wettbewerb, welcher also der beteiligten Industrie einen mächtigen Impuls gegeben und der Kleinfischerei die so dringend notwendige Hilfe gebracht hat. Wir sind heute auf diesem Gebiet unabhängig vom Ausland, deutsches Geld kann deutscher Arbeit erhalten bleiben, die Konkurrenz unter den deutschen Firmen allein sorgt hinlänglich dafür, daß der Fischer keine ungehörigen Preise zahlt. Gediegenheit der Konstruktion und Güte der Ausführung werden den Erzeugnissen guter deutscher Firmen stets einen Vorzug verleihen gegenüber vielen Auslandsprodukten, die hier in Betracht kommen und die zu einem großen Teil rein handwerksmäßige Durchbildung und Herstellung verraten. Dieser Vorzug der deutschen Arbeit wiegt selbst einen mäßigen Mehrpreis vollkommen auf; letzterer sollte daher nicht ohne weiteres abschrecken.

Kleinmotore.

Für den Bau der Seefischerei-Kleinmotore waren als Richtpunkte maßgebend: die Betriebssicherheit, namentlich durch Beseitigung aller empfindlichen Teile,



nach Kräften zu erhöhen, im Zusammenhang damit, in Anbetracht der gänzlich unkundigen und ungeschulten Bedienung, die Wartung so einfach und geringfügig wie möglich zu machen, die Anschaffungs- und Betriebskosten in Hinsicht der wirtschaftlich ungünstigen Lage der Kleinfischer auf ein tunlichst geringes Maß zu bringen. So war die Beschränkung auf den Petroleumbetrieb, bezw. besser noch auf den Rohölbetrieb, unumgänglich notwendig. Vergasung und elektrische Zündung mußten fortfallen, Einspritzung des Brennstoffes und selbstwirksame Zündung an die Stelle treten. Die Tourenzahlen waren in mäßigen Grenzen zu halten, um, der schweren Bootsart entsprechend, günstige Schraubenwirkung zu erreichen. Wurden hierdurch die Abmessungen der Maschinen unvermeidlich erhöht, so mußten sie durch andere geeignete Mittel wieder herabgesetzt werden, um an Platz zu sparen. In dieser Beziehung war es jeweilig erstrebenswert, den mittleren effektiven Druck im Zylinder möglichst zu steigern und an Stelle des Viertakts eventuell den Zweitakt zu wählen.

Von letzteren Mitteln wird jetzt ausgiebiger Gebrauch gemacht. Um die Anschaffung zu verbilligen, den Platzbedarf zu verringern und die Bedienung zu vereinfachen, ist es zweckmäßig, die Zahl der Zylinder bei diesen Kleinmotoren von höchstens bis 30 PS Leistung, so lange wie möglich auf einen und erst über 10 bis 15 PS auf maximal 2 zu beschränken. Man könnte hierbei das Eintreten unzulässiger Erschütterungen fürchten; doch sind diese in Wirklichkeit erträglich, infolge der relativ geringen Kraftwirkungen und der im Verhältnis hierzu meist sehr schweren und kräftigen Bootskonstruktion. Wenn nur das Fundament stark genug und seine Verbindung mit Motor- und Schiffskörper recht starr und fest ausgeführt ist, erscheint jede Besorgnis überflüssig, daß die Erschütterungen die Lebensdauer des Fahrzeugs beeinflussen und der Mannschaft lästig werden könnten. Nichts hindert auch daran, alle hierfür zu berücksichtigenden Teile recht kräftig auszuführen, wie es die rauhe Behandlung auf See unbedingt erfordert. Das Gewicht kommt hierbei in den meisten Fällen überhaupt nicht in Betracht. Was die Maschine wiegt, kann füglich erspart werden an Ballast, den fast alle Fischerboote in reichlicher Menge mit sich führen. Wesentlich ist nur der Platzbedarf, wie ich bereits erwähnte. An Raum fehlt es fast immer beträchtlich auf diesen kleinen Fahrzeugen, und daher ist der Ersparnis hieran bei Durchbildung und Anordnung der Maschinenanlage die größte Sorgfalt zu widmen.

Zu einigen Beispielen von Fischereikleinmotoren übergehend, wie sie, den vorstehenden allgemeinen Gesichtspunkten entsprechend, gegenwärtig gebaut werden, erwähne ich zunächst den Brons-Motor der Gasmotorenfabrik Deutz.

Über das Grundlegende in der Bauart dieser Maschine wurde von mir schon früher berichtet und inzwischen auch anderweitig manches veröffentlicht, so daß ich mich in bezug hierauf kurz fassen kann.

Es ist bekannt, daß die Maschine, im Viertakt arbeitend, im ersten Hube die Verbrennungsluft in den Arbeitszylinder einsaugt und sie im zweiten Hube auf etwa 27 Atm. verdichtet, daß am Schlusse des zweiten Hubes Brennstoff und Luft sich in der in den Verbrennungsraum hineinragenden Zündkapsel mischen und das Gemisch sich entzündet, worauf der gesamte Brennstoff durch die Öffnungen der Kapsel in den Zylinder eintritt und mit erheblicher Drucksteigerung verpufft, daß hieran sich endlich Ausdehnungs- und Auspuffhub anschließen, ganz wie bei einem normalen Viertaktmotor.

Fig. 4 kennzeichnet dieses Verfahren sehr anschaulich im Diagramm.

Mit dem Dieselverfahren teilt das vorliegende die hohe Verdichtung und die daraus folgende Selbstzündung in der hocherhitzten Luft, welche wiederum zur Folge hat, daß besondere Vergasungs- und Zündungsvorrichtungen fortfallen und diese wichtige Einzelforderung des Fischereibetriebs, welche ich bereits betonte, vollkommen erfüllt wird. Im Gegensatz zum Dieselverfahren aber gibt es hier keine Gleichdruckverbrennung, sondern, infolge der vereinfachten Einführung des Brennstoffs ohne Preßluft, eine Verpuffung, welche, bei der hohen Verdichtung, auf 50 und mehr Atmosphären hinaufführt. Hieraus entstehen einerseits unbequeme Folgen. Es wird notwendig, alle wichtigen Teile stark zu bemessen, namentlich auch schwere Schwungräder zu nehmen, obwohl sich hierdurch das Gewicht wesentlich erhöht, ferner Material und Ausführung besonders hochwertig zu halten und mit einer entsprechenden Vermehrung der Herstellungskosten fürlieb zu nehmen. Auch die Größenentwicklung des Motors ist dadurch beschränkt auf Leistungen bis etwa 30 PS; über diese Größe hinaus wird die Ausführung unwirtschaftlich.

Aus der hohen Verpuffung entspringen andererseits aber auch wesentliche Vorteile. Der Motor verwertet die Wärme gleich günstig wie der Dieselmotor und ist gleichwohl in wichtigen Teilen einfacher als dieser. Er hat einen hohen mittleren effektiven Druck und demgemäß trotz des Viertakts kleinere Zylinderabmessungen als die meisten Zweitaktmotore, von denen hierunter die Rede ist.

Musterhaft ist die Ausführung der Maschine in allen Einzelheiten durch die GMF Deutz. Dank dieser Tatsache besonders hat der Bronsmotor bisher im Seefischereibetriebe den Ruf unübertrefflicher Sicherheit glänzend gerechtfertigt. Nachdem jetzt auch Rohöl verwendbar, während im Anfang nur das doppelt so teuere Lampenpetroleum für die Maschine erprobt und zugelassen war, hat letztere



Fig. 1—3. Zweizylinder-Bronsmotor von Deutz.

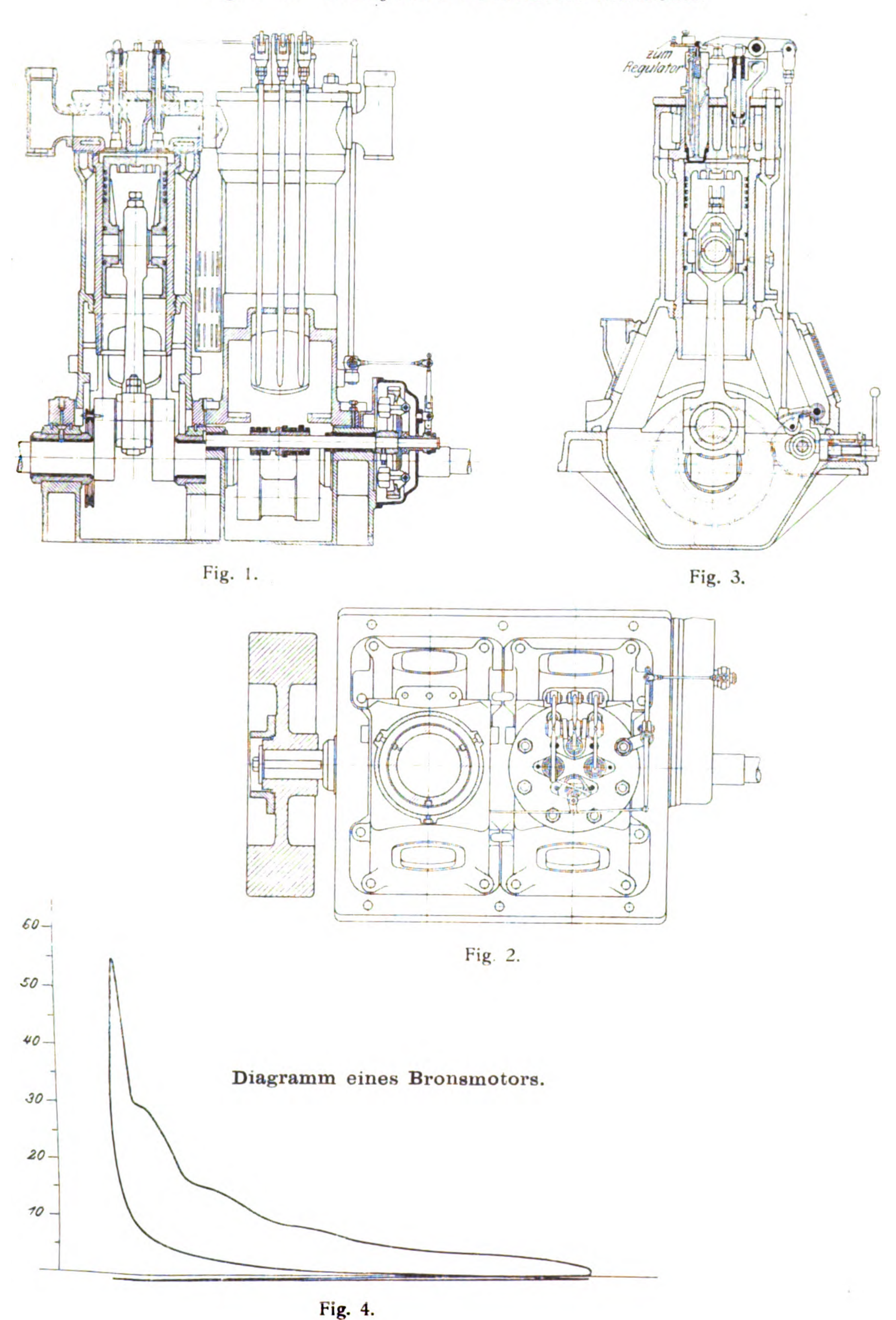


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

Diagramm eines Bronsmotors.

Fig. 4.

sich in betreff der Brennstoffkosten gleichfalls vor allen anderen in die Seefischerei eingeführten Motoren den Vorrang erstritten.

Die Charakteristik des Brons-Motors ist also diese: betriebssicher, wirtschaftlich, aber nicht eben billig in der Anschaffung. Durch letzteren Grundton wird für jeden Sachverständigen die Harmonie jenes Dreiklangs nicht gestört.

Eine im Betriebe bewährte Ausführung der Maschine ist z. B. der nachfolgend beschriebene Motor von 24 PS, dessen Gesamtanordnung aus den Fig. 1—3 ersichtlich wird. Dank dem freundlichen Entgegenkommen der Fabrik kann ich die Einzelheiten in bisher unbekannter Ausführlichkeit bringen.

Die Hauptdaten der Maschine sind:

Brons-Motor von 24 PS der G. M. F. Deutz. Cöln-Deutz.

	Zylinderzahl	= 2.
	Zylinderdurchmesser	= 200 mm.
	Kolbenhub	= 240 mm.
	Normale Umdrehungszahl	= 340 Min.
Hieraus errechnet sich die		
	mittlere Kolbengeschwindigkeit .	= 2,72 m
und ein	mittlerer effektiver Druck	= 4,2 kg/qcm.

Man sieht, daß letzterer Wert für einen Rohölmotor ein recht beträchtlicher ist und nur vom Dieselmotor überboten wird, daß nach den bisherigen Veröffentlichungen auch der Dieselkleinmotor, welcher eben in der Durchbildung begriffen, nur wenig höhere Drucke hat (4,7 kg/qcm) und vor allem die Glühhaubenmotoren, die sonst in der Seefischerei viel verwendet werden und von denen daher hernach noch die Rede sein wird, nur weit geringere Werte ergeben.

In der Konstruktion bietet die Maschine zahlreiche bemerkenswerte Einzelheiten, die hier in Abbildungen dargestellt und, soweit nötig, auch kurz erläutert werden sollen.

Fig. 5 — 16 sind Darstellungen des sogenannten Zylinderbocks, der Vereinigung von Kühlmantel und Kurbelgehäuse zu einem einteiligen Gußstück, welches in bekannter Weise einfache, kompakte und feste Gestaltung und relativ billige Ausführung ermöglicht. Hierzu kommt, wie üblich, eine getrennt eingesetzte Laufbuchse mit sorgfältiger Abdichtung oben und unten gegen den Kühlraum, ohne daß hierdurch die freie Wärmeausdehnung, der Hauptvorteil dieser Konstruktion, gehemmt würde. Einen Hinweis verdienen ferner noch die unmittelbare Überführung des Kühlwassers vom Mantel in den Deckel, wodurch jeder Rohrübertritt vermeidbar, die kräftige Versteifung des Unterteils vom Zylinderbock,



Fig. 5—16. Zylinderbock des Bronsmotors mit Einzelheiten.

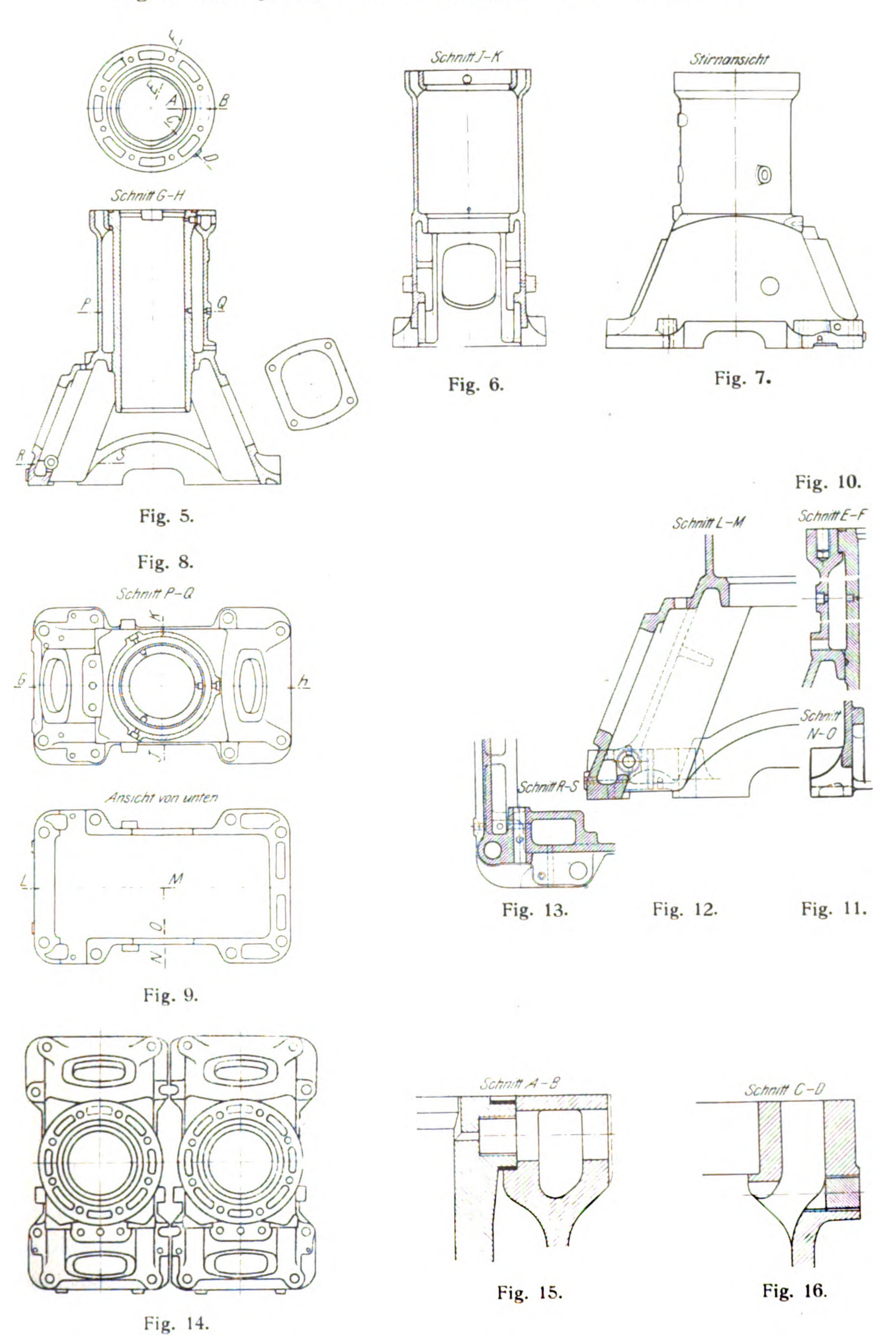


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

der trotz der relativen Kleinheit des Motors etwa 18 t Belastung aufnehmen muß, die Schmierung des Zylinders an drei Stellen des Umfanges etwa in der Mitte der Lauffläche, die großen und breiten Fenster an den Seiten des Gehäuses zum Zwecke, die Zugänglichkeit der Triebwerksteile möglichst zu erleichtern. In betreff der Zylinderschmierung ist ferner zu bemerken, daß sie mittels Preßöls erfolgt, welches

Fig. 17—21. Schnitte und Ansichten des Zylinderdeckels des Bronsmotors.

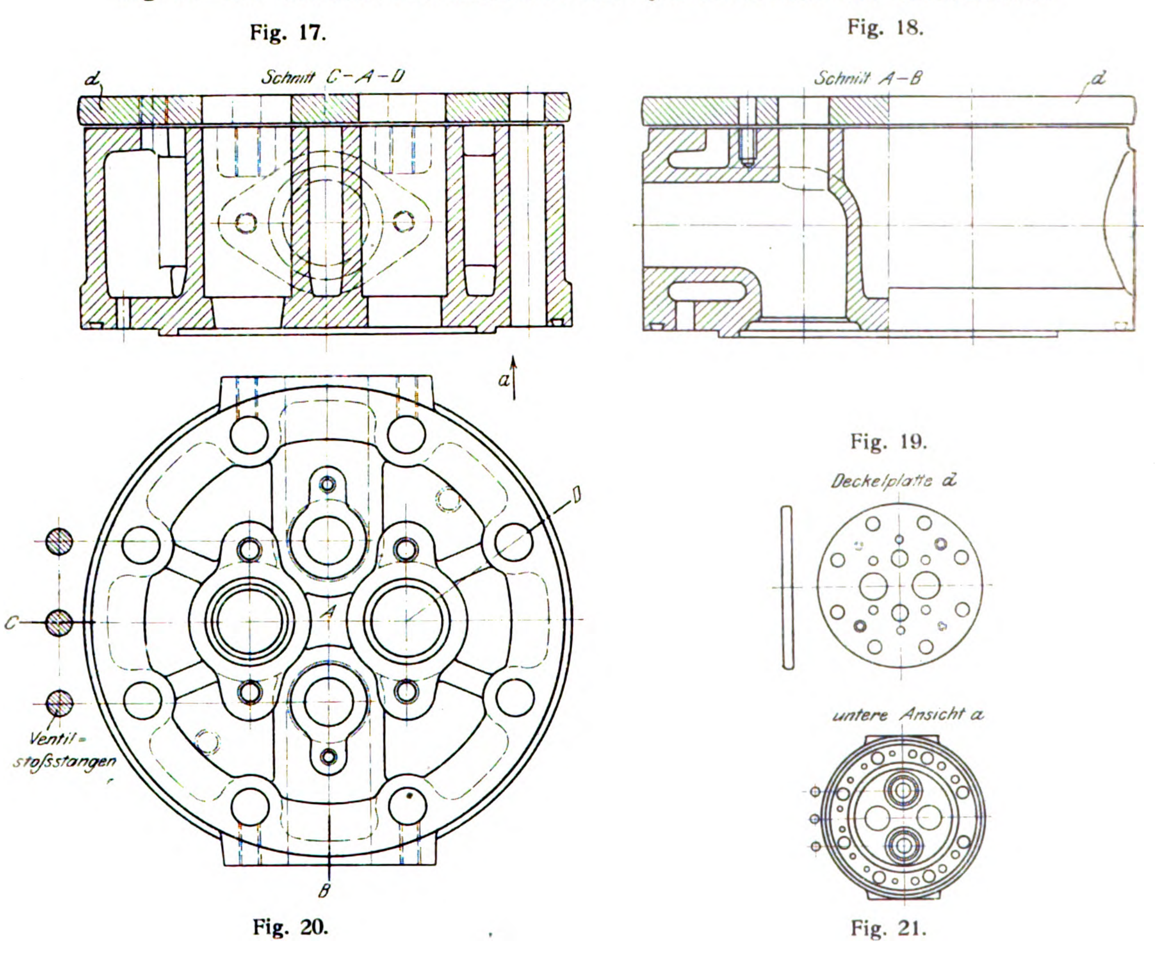


Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

von einer besonderen kleinen Kolbenpumpe geliefert wird. Von einer derartigen Pumpe wird weiter unten noch die Rede sein.

Fig. 17—21 sind Schnitte und Ansichten des Zylinderdeckels, dessen Ausführung getrennt vom Zylinder den Zugang zum Kolben erleichtert und daher für diese Verwendung besonders empfehlenswert sein würde, wenn sie nicht schon durch den Bau des Zylinders ohne weiteres gegeben wäre. Der Deckel ist zweiteilig gehalten. Der untere Hauptteil ist an sich nach oben zu offen und darum wieder durch eine besondere Deckelplatte verschlossen. Das ermöglicht ebenso wie die einteilige

Ausführung eine hohe, steife Form, welche der Festigkeit wegen erwünscht ist, vereinfacht aber gegenüber dieser die Herstellung und verringert vor allem die Gußspannungen. Wie wertvoll eine solche Vereinfachung, das lehrt ein Blick auf die Zahl der Ventile, die hier, in anbetracht der hohen Verdichtung, unmittelbar im Deckel untergebracht werden müssen. Erforderlich sind vier solcher Organe, je ein Ansaug-, Auspuff-, Brennstoff- und Anlaßventil. Diese Organe in richtiger Lage für den Antrieb aufzustellen, daneben Raum zu behalten für Ein- und Auslaßstutzen, für eine gute Kühlung, die allseitig kräftig wirksam ist, ausreichende Festigkeit gegenüber hohen Belastungen und möglichst geringe Gußspannungen zu bekommen, das ist die schwierige Aufgabe bei der Konstruktion solcher Deckel, welche hier befriedigend gelöst ist. Es ist noch bemerkenswert, daß die Zuführung des Kühlwassers, ebenso wie die Abführung, im Deckel erfolgt. Das geschieht abweichend von der Regel, welche vorschreibt, daß das Kühlwasser stets unten am Kühlmantel zugeführt und oben am Deckel abgeführt wird, damit weder Dampfblasen noch Luftsäcke sich bilden können. Hier gab wohl gegenüber sonstigen Erwägungen der Gedanke den Ausschlag, daß die heißesten Teile auch am stärksten gekühlt werden müssen, namentlich im Hinblick auf die hier besonders erhebliche Temperatur infolge der hohen Verdichtung und Verpuffung. Das kalte Wasser fällt durch seine Schwere ohne weiteres allmählich nach unten und, wie man sich leicht überzeugen kann, besteht der praktische Erfolg, zum Unterschiede von jenem anderen Verfahren, darin, daß die Temperatur der Kühlräume oben und unten weit weniger verschieden ist. Zu Beanstandungen gab diese Kühlung in längerem Betriebe keinen Anlaß, und die zu befürchtende Bildung von Dampf- oder Luftsäcken ist bei der gewählten Ausführungsform in Wirklichkeit nicht eingetreten.

In Fig. 22—30 sehen wir die Grundplatte, die gleichfalls hervorragend solid und kräftig ausgebildet worden ist. Sie enthält die drei Grundlager des Motors, welche normale Tropfenschmierung erhalten, und außerdem, wie Fig. 24 und 27 zeigen, die Lager der Steuerwelle. Diese Lagerung der Steuerwelle und die Anordnung der Ventile im Deckel bestimmen alles Wesentliche in der Konstruktion der äußeren Steuerung. Durch lange Stoßstangen und doppelarmige Hebel muß der Antrieb der Ventile erfolgen.

Was die letzteren betrifft, so geben die Fig. 31—33 den Bau derselben im einzelnen ausführlich wieder. Ein- und Auslaßventil (Fig. 31) sind von gleicher, normaler Ausführung, abgesehen davon vielleicht, daß Spindel und Kegel dieser Ventile, trotz geringer Größe, schon aus zwei Teilen bestehen, einer Spindel aus Flußeisen und einem Kegel aus Gußeisen, welcher mit ersterer durch Gewinde



Fig. 22–30. Grundplatte eines Zweizylinder-Bronsmotors.

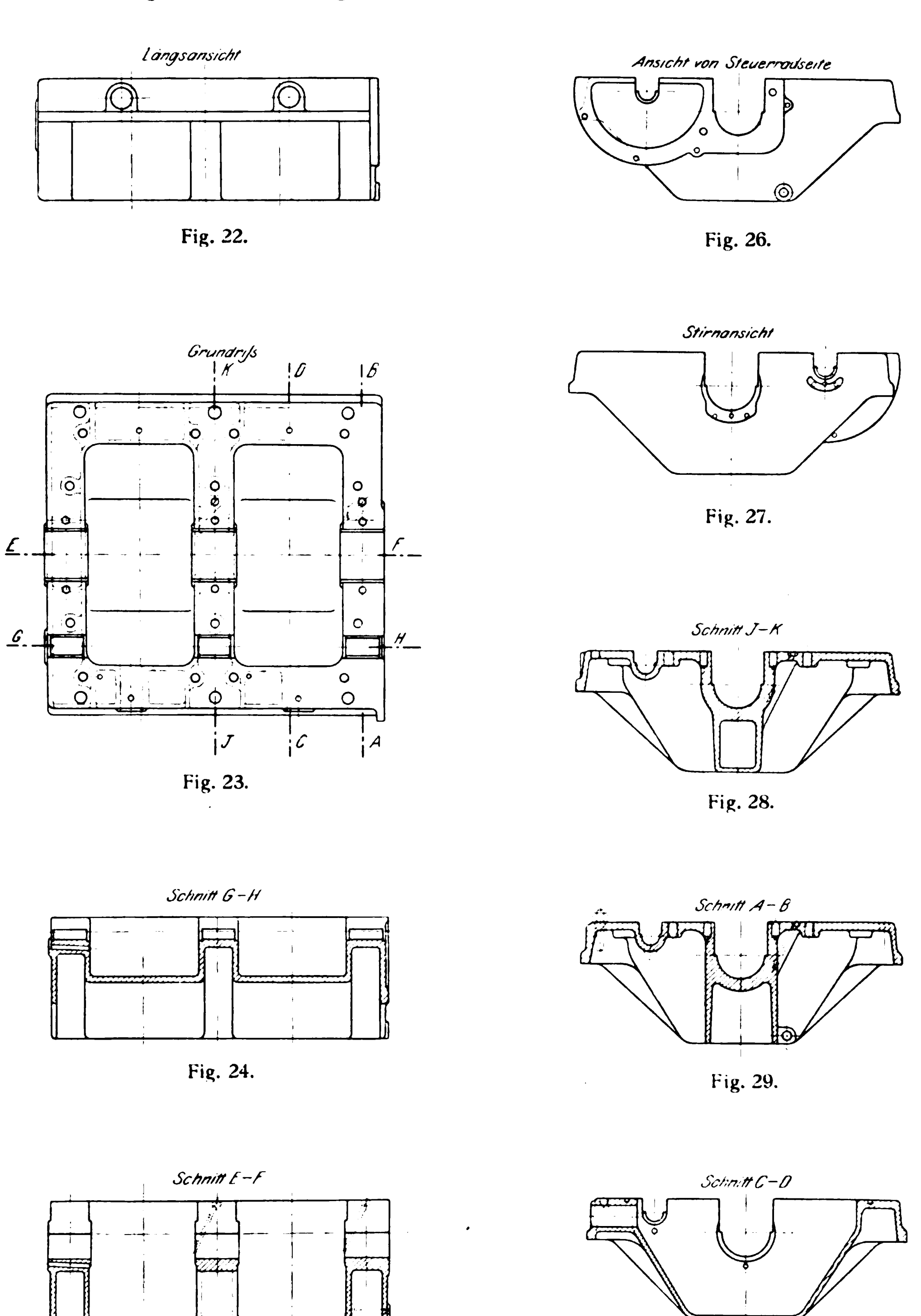


Fig. 22.

Fig. 26.

Fig. 23.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 24.

Fig. 29.

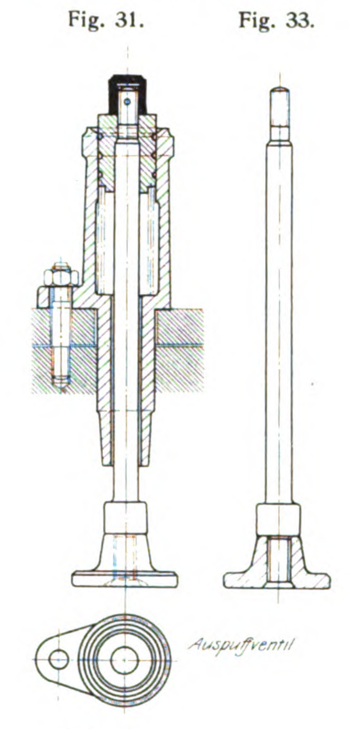
Fig. 25.

Fig. 30.

verbunden ist. Normal gebaut ist auch das Anlaßventil (Fig. 81-85), Spindel und Teller aus Flußeisen, Kegel mit konischer Sitzfläche wie bei den vorgenannten Ventilen.

Hier ist noch zu bemerken, daß der Bronsmotor im allgemeinen des Anlassens mittels Druckluft bedarf, weil sonst die Kompression nicht zu überwinden ist und ohne ausreichende Kompression der Motor nicht anspringt. Nur das kleinste Modell von 6 PS ist für das Andrehen von Hand eingerichtet, wobei gleichzeitig die Kompression vorübergehend verringert wird. Das Anlassen erfolgt hinreichend sicher mit Luft von nur 2—7 Atm. Spannung, und auf letztere Höhe wurde daher der Luftdruck beschränkt. Dieser niedere Druck ist für das Anlaßventil von Vorteil, seine Abdichtung ist wesentlich leichter und damit die Ausführung und Inbetriebhaltung sehr viel vereinfacht. Das bestätigt auch der Vergleich zwischen diesem Anlaßventil und demjenigen eines Dieselmotors, welches meist mit Drucken von 40—60 Atm. betrieben wird.

Fig. 31—33. Ein- und Auslaßventil des Bronsmotors.



Besonderes Interesse verdient die Einrichtung des Brennstoffventils mit der Zündkapsel, dargestellt in Fig. 34—42. Diese Zündkapsel, konisch aufgepreßt auf den Ventileinsatz, ragt mit dem Unterteil, welches dicht über dem Boden feine Öffnungen enthält, in den Verbrennungsraum des Zylinders. Sie ist in gewissem Sinne gleichzeitig Vergaser und Zünder. In derselben lagert sich der Brennstoff, vergast darin zum Teil und mischt sich mit der eindringenden Luft. Das Gemisch tritt zum Teil durch die Öffnungen der Kapsel in den Zylinder und entzündet sich hier am Ende der Verdichtung, worauf durch die Gewalt der in das Kapselinnere übertretenden Entzündung der Rest des Öls in den Zylinder geschleudert wird und dort vollständig verbrennt. Das Brennstoffventil läßt den Brennstoff in die Kapsel ein; sein Hub ist für größere Belastungsänderungen von Hand verstellbar; ein besonderes Nadelventil, in einem steilgängigen Gewinde durch den Regler einstellbar, bewirkt die selbsttätige Absperrung des Brennstoffes beim Überschreiten der zulässigen Tourenzahl. In der Kapsel liegt das Wesen des Motors; ihre Öffnungen müssen die richtige Weite haben, davon ist die Betriebssicherheit

Fig. 34—42. Brennstoffventil des Bronsmotors mit Einzelheiten.

Fig. 34.

Fig. 38.

Lufteintritt

Brennstoff=Eintritt

Brennstoff=ventil

Brennstoff=Reguliernadel

Fig. 41. Fig. 42.

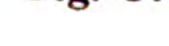
Ventileinsatz

Fig. 35.

Fig. 39.

Fig. 36.

Fig. 40.



Brennstoff=Kapsel

Fig. 37.

Fig. 43—48. Arbeitskolben des Bronsmotors.

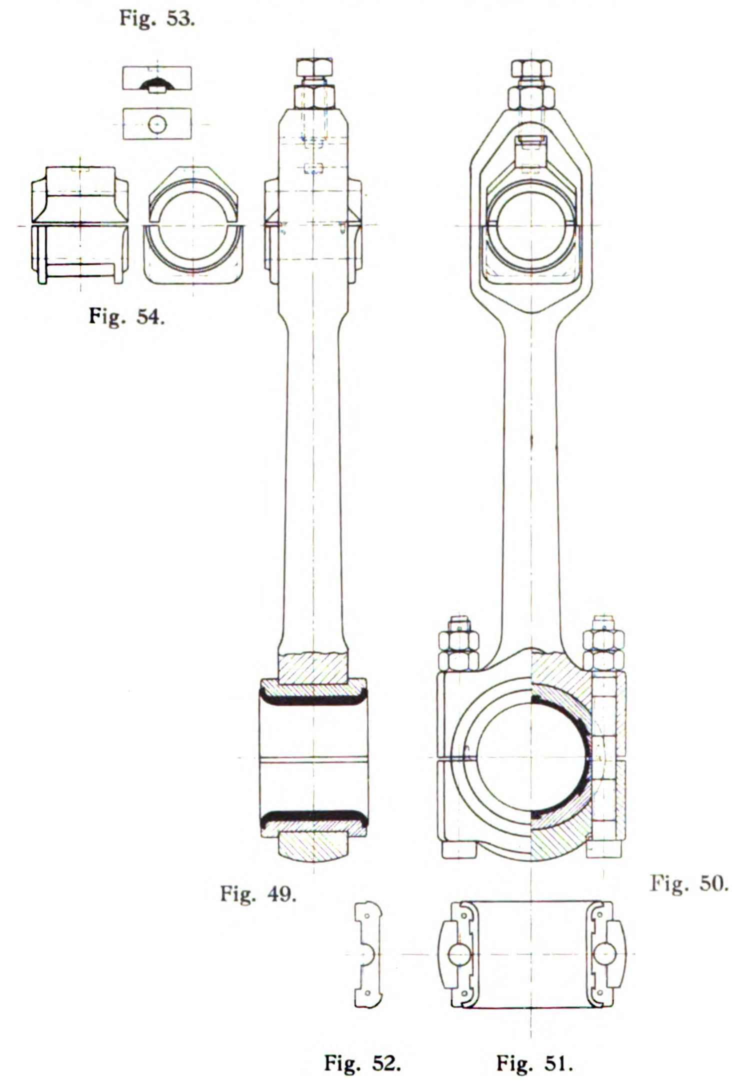
Fig. 43. Fig. 46. Fig. 44. Fig. 47. Fig. 48. Fig. 45.

wesentlich abhängig, indem zu kleine Öffnungen sich zu schnell verstopfen und auch zu große Löcher Unregelmäßigkeiten in der Zündung hervorrufen.

Darstellungen des Kolbens der Maschine findet man in Fig. 43—48. Sie zeigen ebenfalls bemerkenswerte Einzelheiten: einen kräftigen ebenen Kolbenboden mit hohen Rippen auf der Unterfläche, die allerdings weniger der Festigkeit, als

der Abführung der Wärme dienen sollen. Die flache Form ist durch den kleinen Verbrennungsraum geboten; für die Zündkapsel muß sogar noch eine Aussparung im Boden vorhanden sein. Die große Länge des Kolbens entspricht dem relativ bedeutenden Normaldruck, der auf die Lauffläche zu übertragen ist. Die Naben

Fig. 49—54. Schubstange des Bronsmotors.



für den Kolbenbolzen sind mit dem Kolben durch starke Rippen verbunden. Der Bolzen selbst ist zylindrisch eingepaßt und in bekannter Weise durch eine Sicherungsschraube am Bewegen und Lösen gehindert. Jedenfalls um ihn vor der strahlenden Wärme möglichst zu bewahren, wurde der Bolzen weit nach unten geschoben, fast in das untere Drittel des Kolbens. Er hat außerdem eine durchaus

wirksame Schmierung erhalten. Das Öl wird durch einen Kolbenring zum Teil von der Zylinderwand abgestreift und durch passende Bohrungen in das Innere des Bolzens geleitet, von wo es sich durch drei Öffnungen nach außen über die ganze Länge des Zapfens verteilt. Es ist somit alles nur mögliche geschehen, um den Kolbenbolzen zu schützen, diesen Teil der Konstruktion, welcher leicht im Betriebe die wundeste Stelle wird.

Die Schubstange nach Fig. 49—54 zeigt eine normale Ausführung, massiv konischen Schaft, einerseits mit Marinekopf, anderseits mit einem geschlossenen Stangenkopf, wie er auch im ortsfesten Motorenbau vorkommt; ferner geteilte Bronze-

Fig. 55—56. Kurbelwelle des Bronsmotor.

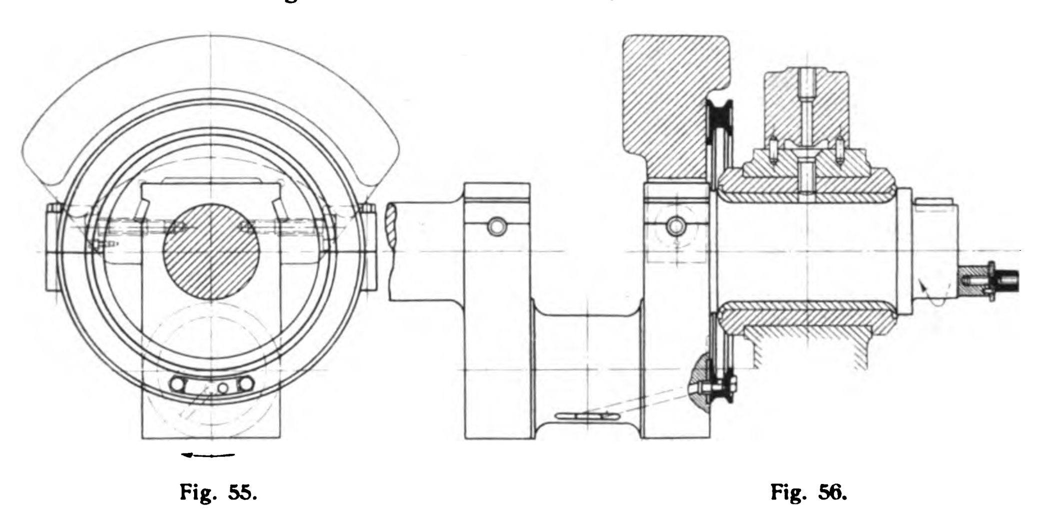


Fig. 55. Fig. 56.

schalen oben und unten, die unteren außerdem mit Weißmetall ausgegossen, beide in einfacher Weise nachstellbar eingerichtet.

An der Kurbelwelle Fig. 55—56 sind die Kurbeln der besseren Auswuchtung wegen um 180° gegeneinander versetzt; Gegengewichte können dabei unbedenklich entbehrt werden. Dafür ist aber eine geringere Gleichförmigkeit in den Kauf zu nehmen, als wenn die Kurbeln die gleiche Richtung hätten. Die Schmierung der Kurbelzapfen ist nach Art der im Dampfmaschinenbau altbewährten Zentrifugalschmierung ausgeführt und in dieser Form, was die Betriebssicherheit angeht, jedenfalls auch für Motoren unübertrefflich.

In Hinsicht der Regelung des Brons-Motors hat sein Erbauer allein den Weg der Sicherheitsregelung beschritten, von einer dauernden Beeinflussung der Tourenzahl hingegen Abstand genommen. Es wurde ein annähernd astatischer Regler



gewählt, der erst bei entsprechend hoher Tourenzahl wirksam wird, und unmittelbar in das Zahnrad zum Antrieb der Steuerwelle eingebaut.

Fig. 57—59 geben eine Gesamtdarstellung dieses Reglers und Ansichten bezw. Schnitte von mehreren seiner wichtigsten Einzelheiten. Bei den Tourenzahlen unterhalb des zulässigen Maximums wirkt der Regler überhaupt nicht. Erst wenn er darüber hinauskommt, erfolgt seine Wirkung, indem die Zentrifugalkraft die

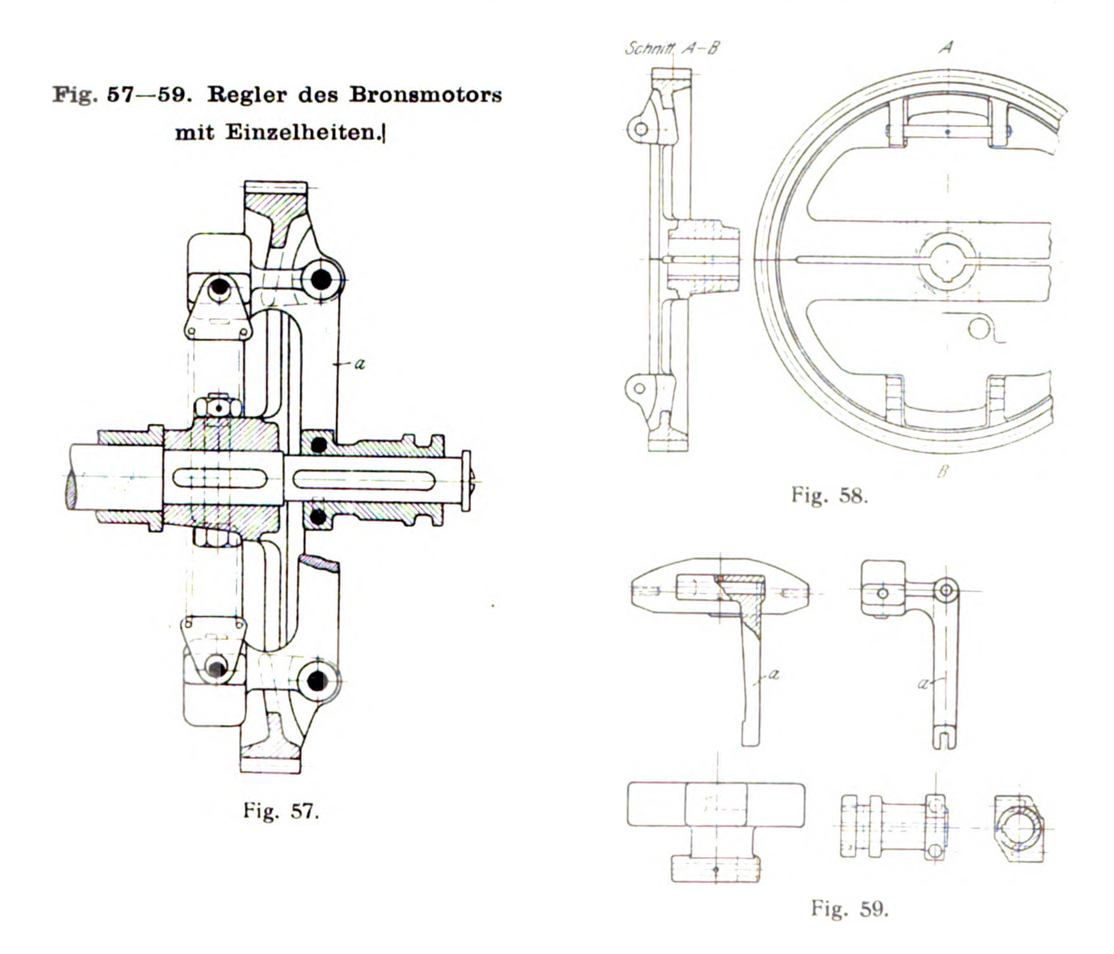


Fig. 57—59. Regler des Bronsmotors mit Einzelheiten.

Fig. 57.

Fig. 58.

Fig. 59.

Pendel bewegt, von wo die Bewegung weiter auf die Reglermuffe und ferner durch ein Gestänge auf das oberwähnte Nadelventil übergeht, welches den Brennstoff von der Zündkapsel absperrt. Es ist noch hinzuzufügen, daß der Brennstoff durch eine kleine Pumpe aus dem Ölbehälter in ein Überlaufgefäß am Motor gedrückt wird, und daß er von hier in das Brennstoffventil gelangt. Von der Stellung des Nadelventils und dem Hub des Brennstofforgans ist die Größe der Brennstoffzufuhr abhängig. Ersteres wird, wie ich wiederhole, vom Regler beim Überschreiten der zulässigen Tourenzahl, letzteres wird allein von Hand geregelt, wenn

die Leistung in weiteren Grenzen geändert werden muß. Aus dem Überlaufgefäß fließt der etwa überschüssige Brennstoff durch eine Leitung wieder in den Ölbehälter zurück. Ich will endlich noch bemerken, daß neuerdings durch eine besondere Öffnung am Brennstoffventil, die auch in seiner Darstellung Fig. 39 zu sehen ist, eine geringe Menge Luft mit dem Brennstoff in die Kapsel eingelassen wird, um die Vergasung zu fördern.

Eine Sicherheitsregelung vorerwähnter Art ist für diesen Schiffsmotorbetrieb vollkommen ausreichend, da im normalen Betrieb die Schraube selbst die Tourenzahl unter Kontrolle hält. Jede Tourensteigerung steigert auch den Schraubenwiderstand, und dieser zwingt den Motor wieder langsamer zu laufen. Umgekehrt ist jede Tourenabnahme mit einem Abfall der Belastung verbunden, infolgedessen der Motor wieder schneller laufen will, wenn ihm sonst nichts fehlt. Nur für vorübergehende oder plötzliche Entlastung auf Leerlauf bedarf es der Sicherung gegen das Durchgehen. Dieser Fall tritt ein beim Andrehen der Maschine, während die Kupplung mit der Schraubenwelle ausgerückt ist, oder, bei Verwendung einer Umsteuerschraube, wenn diese plötzlich auf Leergang gestellt wird, oder bei schnellem Ausrücken der Kupplung im Betriebe, aus welchem Grunde es auch immer sein mag, endlich natürlich auch dann, wenn die Schraubenwelle etwa bricht und hierdurch der Motor unversehens entlastet wird. Allen hieraus erwachsenden Ansprüchen vermag der Regler hinlänglich zu genügen. Er hat aber den Nachteil, daß während des Regelns große Tourenschwankungen möglich sind, daß die Maschine z. B. im Leerlauf bald schnell bald langsam läuft, also ein dauerndes Überregulieren sich einstellt. Obgleich dieser Zustand nicht eben erwünscht ist, weil er die gleichmäßige Ruhe des Gangs unterbricht und dadurch leicht auf die Bedienung beunruhigend einwirkt, so ist er doch auch nicht weiter schädlich, und er kann ohne weiteres behoben werden, wenn durch die Handverstellung die Zufuhr des Brennstoffs, der neuen verringerten Belastung entsprechend, verstellt wird. Das letztere ist also in längerem Leerlauf immer notwendig, und es erschwert bei der jetzigen Einrichtung des Motors in gewisser Weise die Bedienung, da die Verstellung nur unmittelbar an der Maschine selbst vorgenommen werden kann. Das ist ein allerdings nicht erheblicher Mangel, und es kann diesem auch leicht abgeholfen werden, indem man die Verstellung des Brennstoffventilhubs so einrichtet, daß sie vom Steuerstande aus zu betätigen ist, oder, noch einfacher, diese Vorkehrung für das Nadelventil trifft, wobei die Wirkung des Reglers allerdings nicht gestört werden darf.

Wurde oben bereits auf das Anlassen mittels Druckluft verwiesen, so ist hier noch nachzutragen, wie das Anlassen vor sich geht und wie namentlich die

Schaltung von Luft auf Brennstoffbetrieb erfolgt. Beim Anlassen muß das Druckluftventil zweckmäßig im Zweitakt arbeiten. Für den Auslaß der Luft ist zur Vereinfachung das normale Auslaßventil zu benutzen, welches aber ebenfalls während des Anlassens im Zweitakt gehen muß. Einlaß- und Brennstoffventil sind in der Anlaßperiode natürlich ganz auszuschalten. Sobald man zum Brennstoffbetrieb übergehen will, muß das Anlaßventil stillstehen und alle übrigen Ventile in normaler Weise arbeiten.

Fig. 60—61. Steuernockenbündel des Bronsmotors.

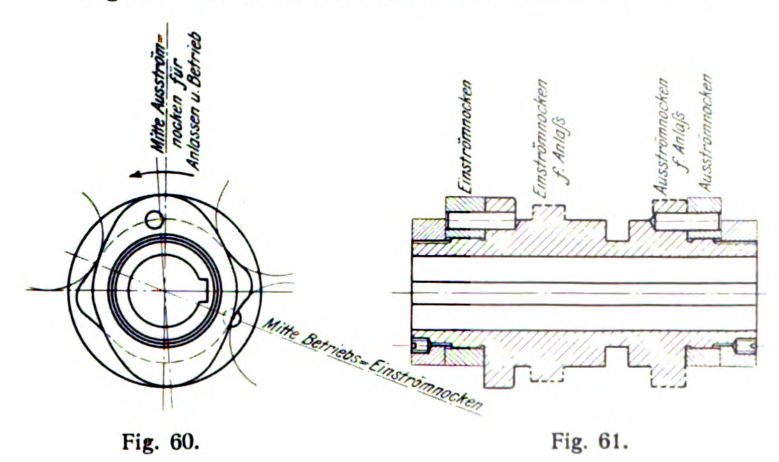


Fig. 60. Fig. 61.

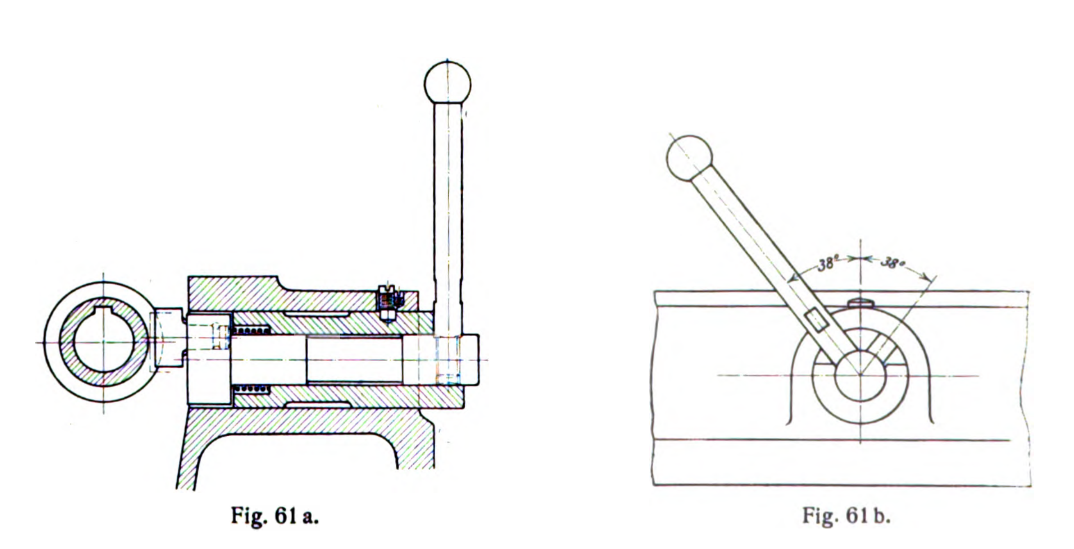


Fig. 61 a. Fig. 61 b.

Der einfachste Weg, alle diese Forderungen durchzuführen, ist dieser: Die Steuerwelle erhält eine verschiebbare Hülse, auf welcher die Nocken für den Ventilantrieb angeordnet werden. Fig. 60—61 zeigt diese Hülse mit den Nocken, Fig. 61 a, b die Vorrichtung, mit welcher die Hülse in der Längsrichtung verschoben wird. An Nocken sind notwendig: ein Einlaßnocken, ein Anlaßnocken mit zwei

Erhöhungen für Zweitaktwirkung, ein ebensolcher Anlaßnocken und ein einfacher Auslaßnocken für Viertaktwirkung. Ist die Anlaßstellung der Nocken vorhanden, so geht die Maschine bei Zuführung von Preßluft sofort an, wenn sie vorher in die richtige Stellung gebracht worden war. Das Umschalten auf Brennstoffbetrieb kann schon nach wenigen Umdrehungen erfolgen; ein Versagen hierbei ist selten, höchstens bei sehr kaltem Wetter, wenn Temperaturen von — 20° C und weniger vorhanden sind.

Das Anlassen mittels Druckluft erfordert weiter natürlich auch einen Kompressor. Dieser wird nur bei den größeren Ausführungen des Brons-Motors gesondert aufgestellt und mittels Ketten oder Riemen betrieben. Bei den kleinen befindet er sich unmittelbar an der Maschine, und sein Antrieb erfolgt mittels Kurbeltrieb.

Die Fig. 62—80 zeigen die wesentlichen Einzelheiten des Kompressors: den Zylinder mit Rippenkühlung (Fig. 65—68), die Haube (Fig. 73—74) zum Zylinder, das Druckventil (siehe Fig. 62), Kolben und Schubstange (Fig. 69—71 und 78—80); ferner das Kurbelgehäuse mit Kurbelwelle und Riemenscheibe (Fig. 75—77). Ein Saugventil besitzt der Kompressor nicht, sondern nur Saugöffnungen am Ende der Kolbenbahn, welche der Kolben in bekannter Weise nahe dem Totpunkt öffnet und schließt. Es ist wichtig, daß man den Kompressor, ohne ihn umständlich stillsetzen zu müssen, ausschalten kann, wenn der zulässige Luftdruck im Windkessel erreicht ist. Erfüllt wird dieser Zweck durch eine Niederschraubvorrichtung, die von Hand betätigt wird und deren Wirkung aus der Darstellung (Fig. 62) deutlich erkennbar ist. Es wird das Druckventil geöffnet, so daß die angesaugte Luft unkomprimiert wieder entweichen muß. Demnach erfordert der Kompressor während der Zeit, wo er außer Wirkung ist, auch keine nennenswerte Arbeit, und es verschlägt nichts, daß er, jederzeit bereit zur Luftförderung, leer mitläuft. Für noch vorteilhafter würde ich die Einrichtung halten, wenn sie selbsttätig wirken und der Luftdruck im Kessel nach Bedarf das Ein- und Ausschalten selbst besorgen würde. Technisch erscheint dies ohne weiteres möglich, da ähnliche Ausführungen in anderen Druckluftbetrieben schon lange bestehen und mit Erfolg erprobt sind. Die Einrichtung würde dadurch nicht wesentlich komplizierter, aber jedenfalls unabhängiger von der Aufmerksamkeit des Fischers. Jetzt gibt es natürlich keine Sicherheit dagegen, daß der Fischer einmal das Aufpumpen des Luftbehälters vergißt und dann sich erst mittels Handpumpe mühsam Druckluft verschaffen muß, bevor er anfahren kann.

Fig. 86-89 enthält die Darstellung des Druckluftbehälters nebst Armaturen. Er ist aus Blech geschweißt und mit angenieteten gewölbten Böden versehen, vor der Benutzung auf 15 Atm. abgedrückt. Seine Zubehörteile sind ein Absperrventil, ein Manometer, ein Wasserablaßventil und ein Füllventil.

Außer dem Kompressor und Druckluftbehälter gehören zum Motor an Ausrüstungsteilen insbesondere noch: ein Schwungrad (Fig. 90), eine Kühlwasserpumpe, als normale Plungerpumpe mit Exzenterantrieb gebaut und ein Auspufftopf. Letzterer wird durch Einspritzwasser aus der Kühlwasserpumpe sehr wirksam gekühlt und hierdurch eine ganz vorzügliche Schalldämpfung erreicht. Eine sehr sachgemäße und beachtenswerte Einrichtung ist außerdem noch der Filtertopf vor der Kühlwasserpumpe. Dieser bezweckt die sehr wertvolle Reinigung des Wassers von Sand, Schlamm usw. und ist gegenüber den sonst vorhandenen Einrichtungen dieser Art insofern vollkommener, als diese Vorrichtung größere Siebflächen hat und namentlich vom Boot aus bequem nachgesehen und gereinigt werden kann.

In den Fig. 91—115 sind endlich noch wiedergegeben: das Drucklager, die Drehflügelschraube und die Vorrichtung zu ihrer Betätigung, ferner noch das Stevenrohr. Über alle diese Teile brauche ich hier im Prinzip nichts mehr zu erläutern, weil darüber schon viel geschrieben und geredet worden ist. Die Ausführung im

Fig. 62—80. Anlaß-Kompressor des Bronsmotors mit Einzelheiten.

Fig. 62. Fig. 63. Fig. 61.

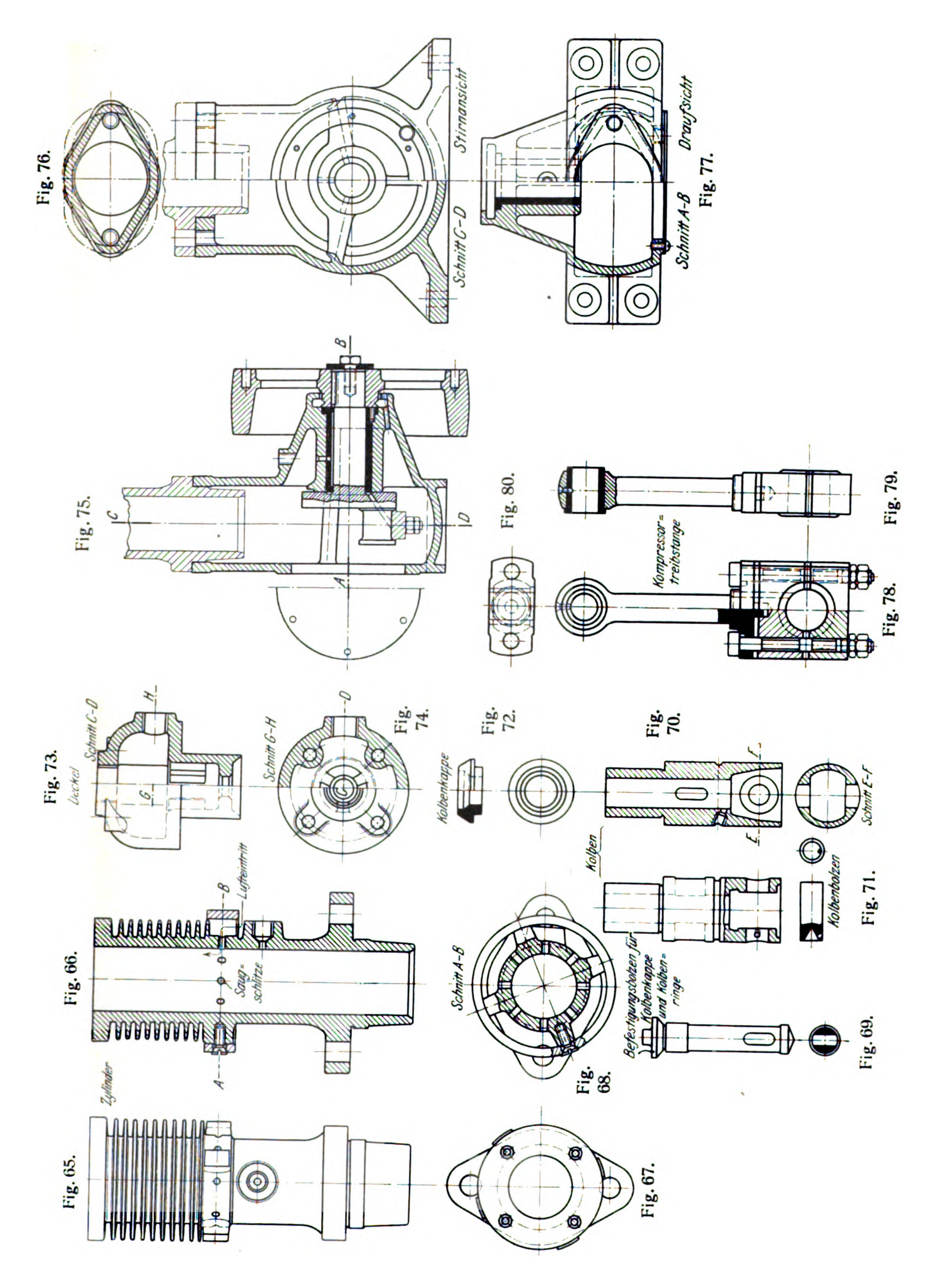
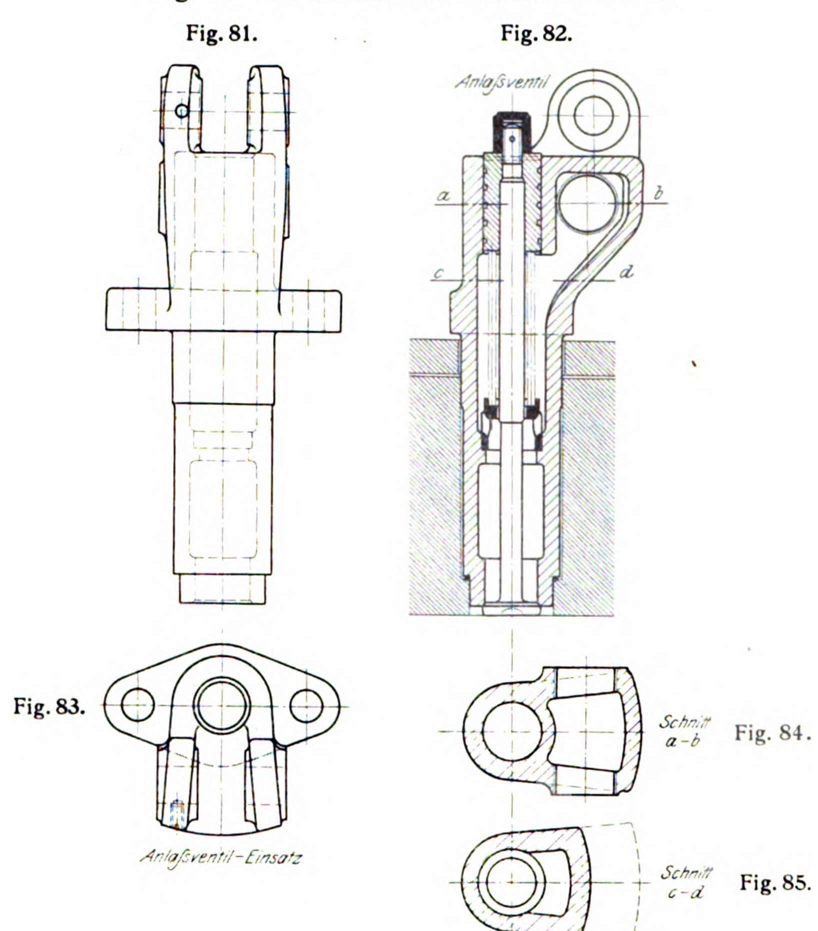


Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67. Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71. Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78. Fig. 79. Fig. 80.

Fig. 81—85. Anlaßventil des Bronsmotors.



einzelnen ist allerdings recht interessant, aber aus den Darstellungen so klar erkennbar, daß sich auch in bezug hierauf weiteres erübrigt.

Die Kupplung, welche wie üblich zwischen Motor und Schraubenwelle eingeschaltet wird, ist die gleichfalls hinreichend bekannte Federband- oder Triumphkupplung.

Über die Gewichte des Motors und seines wesentlichen Zubehörs gibt folgende Tabelle Aufschluß. Zum Vergleich hiermit sei auch die entsprechende Aufstellung für den 8 PS-Brons-Motor mit nur einem Zylinder hinzugefügt.

Gewichte des 24 PS-Brons-Motors der G. M. F. Deutz.

Gewicht des Motors ohne Schwungrad und Kupplung	=	2215 kg
Gewicht des Motors mit Schwungrad	=	2965 ,,

Fig. 86—89. Anlaßluftbehälter des Bronsmotors.

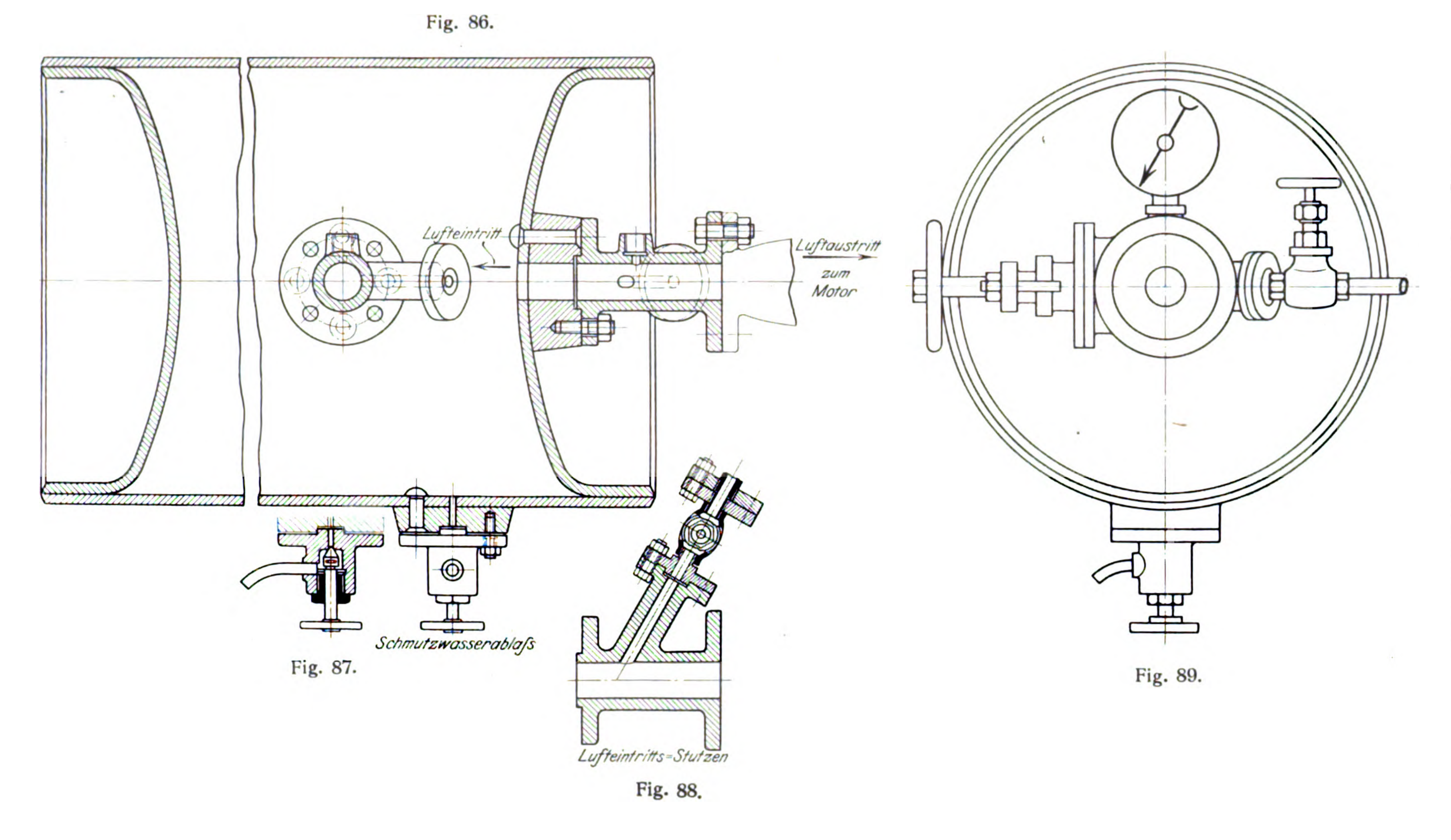


Fig. 86.

Fig. 87.

Fig. 88.

Fig. 89.

Gewicht der ganzen Anlage komplett mit Kupplung, Umsteuerung, Heckwelle, Stevenrohr, Fundamentteilen, Rohrleitung und gefülltem Brennstoffbehälter von 200 l Inhalt . . . . = 3700 kg

Einheitsgewicht pro 1 PS Normalleistung und bezogen auf das Gesamtgewicht der Anlage . . . . $= \frac{3700}{24} =$ 154,2 „ .

Schwungrad des Bronsmotors.

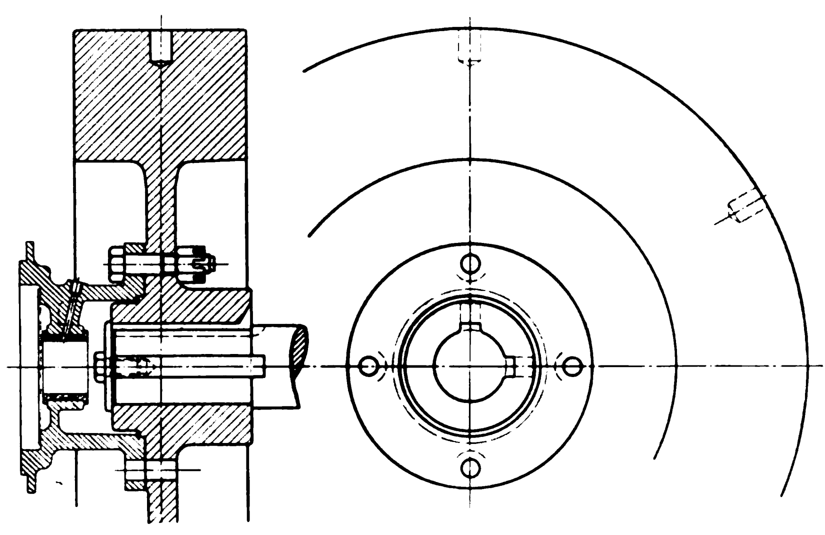


Fig. 90.

Gewichte des 8 PS-Brons-Motors der G. M. F. Deutz.

Gewicht des Motors ohne Schwungrad und Kupplung . . . . = 910 kg

Gewicht des Motors mit Schwungrad . . . . = 1270 „

Gewicht der ganzen Anlage mit Kupplung, Umsteuerung, Heckwelle, Stevenrohr, Fundamentteilen, Rohrleitungen und gefülltem Brennstoffbehälter von 60 l Inhalt . . . . = 1600 „

Einheitsgewicht pro 1 PS Normalleistung und bezogen auf das Gesamtgewicht der Anlage . . . . $= \frac{1600}{8} =$ 200 „ .

Neben dem jungaufstrebenden Bronsmotor sind es die Glühhauben-Motoren, welche heute noch in der Kleinfischerei weitaus überwiegen. Ihren Namen

tragen sie von jener Haube, die auf dem Zylinder sitzend und mit diesem dauernd räumlich verbunden, gleichzeitig als Vergasungs- und Zündungsvorrichtung dient.

Diese Maschine, eine alte englische Erfindung*), erfuhr um die Wende des Jahrhunderts eine für den Bootsbetrieb brauchbare Gestaltung. Das geschah in Skandinavien, wo der neue Motor bald eine bedeutende Entwicklung hervorrief und von wo er sich schnell fast über die ganze Erde verbreitete. So kam

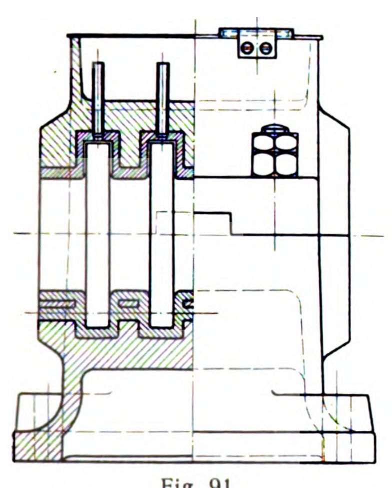


Fig. 91.

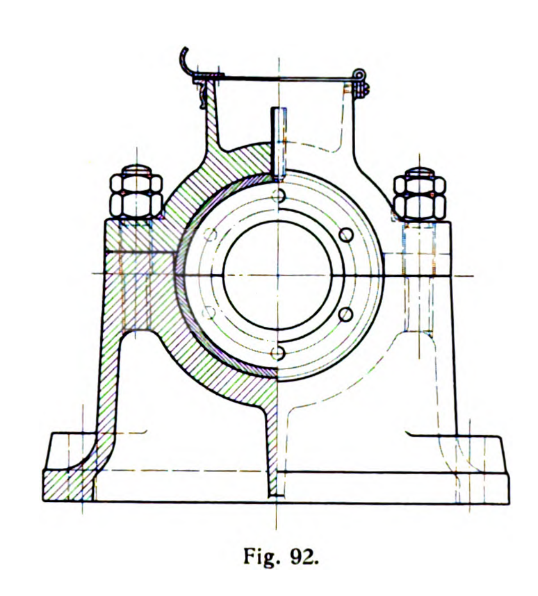


Fig. 92.

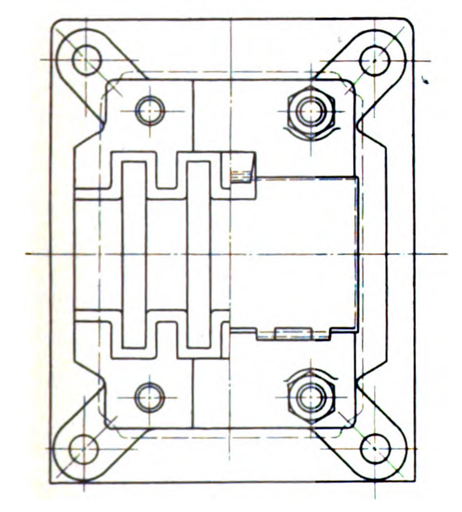


Fig. 93.

Fig. 91—93. Drucklager des Bronsmotors.

er auch zu uns, wie ich schon erwähnte, und fand seit dem Jahre 1903 einen stetig wachsenden Absatz in unserer Seefischerei. Es gab ja bis zum Jahre 1908 keine nennenswerte heimische Konkurrenz, und die geringe, welche vorhanden, war durch-

*) Der Glühhaubenmotor wurde bereits im Jahre 1892 von den Engländern Hornsby-Akroyd auf den Markt gebracht.



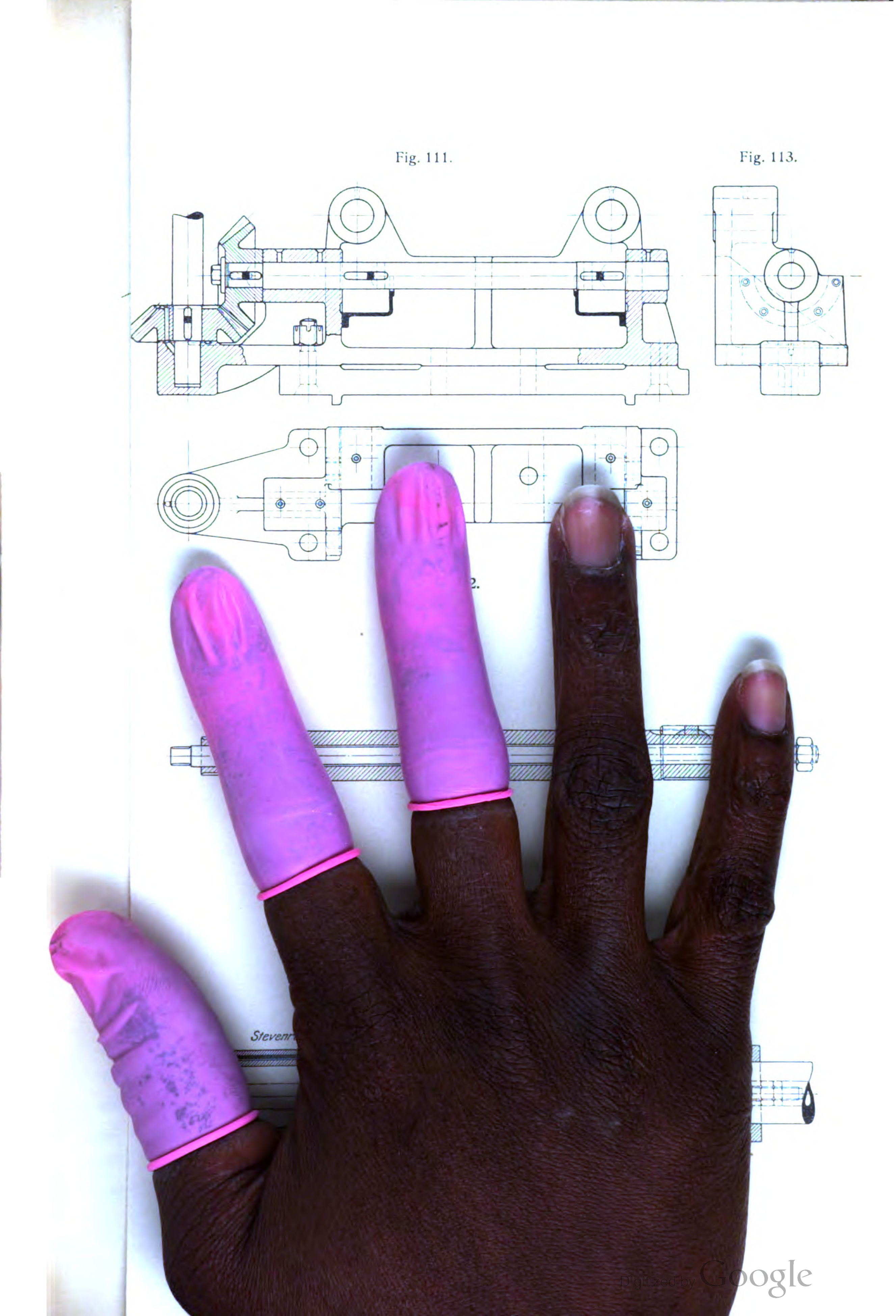
aus nicht gleichwertig. Seit dieser Zeit ist der deutsche Wettbewerb auf diesem Gebiete allerdings merklich erstarkt, aber noch ist unsere Industrie im Kampfe mit der ausländischen nicht Sieger. Ist es doch die große Mehrzahl, mindestens $^3/_4$ unserer Fischereimotorfahrzeuge, welche auch jetzt noch Motoren schwedischen und dänischen Ursprungs besitzt. Alljährlich gehen andauernd eine Reihe von Bestellungen ins Ausland, obwohl der Deutsche Seefischereiverein sich bemüht hat, deren Zahl immer mehr zu verringern, indem er Anträge von Fischern auf Bewilligung von Reichsdarlehen für die Anschaffung von Motoren mit Recht nur dann unterstützt, wenn deutsche Motoren in Frage kommen.

Beim Glühhaubenmotor liegt das Wesentliche in der baulichen und betriebstechnischen Einfachheit, welche der Maschine in gewisser Weise sogar etwas Primitives verleiht. Darum ist er auch kein besonders hochwertiger Motor in dem Sinne, daß er etwa hohe Kompression und geringen Wärmeverbrauch ergäbe. Aber er ist vielleicht gerade deshalb das Einfachste, was sich bezüglich Motoren nur ausdenken läßt. In dieser Beziehung erträgt der Glühhaubenmotor selbst dann einen Vergleich mit der Dampfmaschine von einfachster Gestaltung, wenn man vom Fortfall des Dampferzeugers absieht und nur die Maschinen selbst miteinander vergleicht.

Die höchste Einfachheit ist im Fischereibetriebe geradezu ideal, und ihr zu Liebe kann manches andere schon in Kauf genommen werden. Sie ist die beste Grundlage der Betriebssicherheit bei einem Maschinenwärter, der oftmals vorher in seinem ganzen Leben noch keine Maschine sah, der mühsam und notdürftig erst zum Maschinisten zu erziehen ist und der gleichwohl solche Fähigkeiten hinlänglich erwerben muß, um einen sicheren, wirtschaftlichen, erfolgreichen Betrieb zu ermöglichen.

Der große Vorzug der Einfachheit ist allerdings bei dieser Art von Motoren auch mit mehreren Nachteilen verbunden, die alle wieder aus dem Wesen der Haube entspringen. Diese muß beim Beginn des Betriebs zunächst 10—15 Minuten durch eine Lampe geheizt werden, und erst dann kann die Maschine angehen. Jetzt bleibt die Haube während des normalen Betriebs durch die Wärme des verpuffenden Brennstoffes hinlänglich heiß, so daß regelmäßige sichere Zündungen erfolgen können. Der Motor mit Glühkopf ist also niemals unmittelbar betriebsbereit, und es fehlt ihm in gewisser Weise jener Vorzug, der allen Ölmotoren sonst innewohnt und der diese vollkommen von der Dampfmaschine unterscheidet und sie weit über letztere erhebt. In die Haube wird der Brennstoff eingespritzt mittelst einer Pumpe und zwar schon kurz nach Beginn des Hubs, in welchem die angesaugte oder zugeführte Verbrennungsluft verdichtet wird. Die Einspritzung muß also, im Gegensatz zum Dieselmotor z. B., lange vor dem Totpunkt erfolgen, sonst ist die Vergasung nur mangelhaft, und der Brennstoffverbrauch wächst mit der Ver-




Fig. 111.
Fig. 113.

spätung der Einspritzung. Der Brennstoff befindet sich daher lange Zeit in direkter Berührung mit der sich allmählich verdichtenden und erhitzenden Luft, zum Unterschiede auch vom Brons-Motor, wo das Öl zwar noch früher, schon während der Ansaugperiode eingeführt wird, aber durch die feingelöcherte Kapsel von der Luft ausreichend getrennt bleibt. Beim Glühhaubenmotor ist somit die Gefahr der Selbstzündung, der Frühzündung, reichlich vorhanden, und die Kompression kann mit Rücksicht hierauf nur niedrig bemessen werden. Letztere beträgt für gewöhnlich kaum mehr als 4 bis 6 Atm. Alle Drucke bleiben infolgedessen klein, und der Wärmeprozeß bewegt sich zwischen niederen Druck- und Temperaturgrenzen, womit aber bekanntlich eine geringe thermische Ausnützung, ein ungünstiger Brennstoffverbrauch verbunden ist. Wir haben es hier mit einem Niederdruckmotor zu tun, während Brons- und Dieselmotoren Hochdruckmaschinen sind. Die Verpuffung bleibt hier unter 20 Atm., alle Teile sind auf Festigkeit, Dichtigkeit usw. bedeutend weniger beansprucht, aber die Wärmeausnutzung ist dafür auch wesentlich geringer. Die niederen Pressungen haben ferner zur Folge, daß die Diagramme von Glühkopfmotoren nur wenig völlig sind und ziemlich geringe mittlere Drücke aufweisen. Diese erreichen bei der Normalleistung kaum mehr als 1,8 bis 1,9 Atm. und übertreffen etwa 2,2 bis 2,3 Atm. auch bei Maximalleistung nicht wesentlich. Die niederen mittleren Drucke erzeugen wieder größere Zylinderabmessungen und müßten notwendig auch zu größeren Gewichten führen, wenn nicht die mäßigen Verpuffungsdrucke eine ausgleichende Ersparnis bewirkten. Bei der Kleinheit der hier in Betracht kommenden Leistungen spielen die Gewichtsverhältnisse, wie bereits erwähnt, keine sehr maßgebende Rolle, und die Vergrößerung der Zylindermaße ist in jedem Falle zu unwesentlich, um einen unbequemen Einfluß auf die Raumbeanspruchung der gesamten Anlage zu erlangen. Ein Vorteil aber ergibt sich aus den geringen Höchstdrucken und der übrigen Einfachheit dieser Maschine noch insofern, als der Herstellungs- und Anschaffungspreis relativ niedrig ist und natürlich unvergleichlich geringer sein muß als der aller Hochdruckmotore. Amortisation und Verzinsung fallen infolgedessen oftmals erheblich kleiner aus. Es kommt noch hinzu, daß der höhere Wärmeverbrauch, namentlich auch wieder wegen der Kleinheit der Leistungen, nicht so erheblich ins Gewicht fällt und daß besonders die Brennstoffkosten nicht allzuviel höher ausfallen, weil Rohöl verwendbar ist, genau wie bei jeder Hochdruckmaschine. Es ist auch zu berücksichtigen, daß die Brennstoffökonomie an sich durchaus noch nicht entscheidend ist für die Wirtschaftlichkeit. Häufige starke Betriebsstörungen können die Wirtschaftlichkeit viel nachhaltiger beeinflussen als jede Erhöhung des Brennstoffverbrauchs, wie hoch sie auch immer sein mag. Ist nur die Betriebssicherheit

durch Konstruktion und Ausführung hinreichend verbürgt, wozu die natürliche Einfachheit noch das ihrige beiträgt, so erscheinen Glühhaubenmotore im Fischereibetriebe vollkommen lebensfähig und nicht am unrichtigen Platze, eben dieser Einfachheit wegen, welche für den Fischer als Maschinisten von unbestreitbarem Werte ist.

Was die Bauart der Glühkopfmotore betrifft, so sind in unserer Seefischerei Viertakt- und Zweitaktausführungen nebeneinander im Gebrauch. Deutsche Fabriken bevorzugen dem Anscheine nach immer mehr die Zweitaktbauart, die allerdings vor dem Viertakt auch manche Vorteile bietet. Aus Schweden und Dänemark hingegen erhalten wir noch viele Viertaktmotore.

Der Zweitaktmotor ist einfacher, er kann ohne Ventile am Zylinder gebaut werden, nur mit einfacher Schlitzsteuerung, welche der Kolben bedient und von der unten noch die Rede sein wird. Er bedarf allerdings der Spülluftpumpe zum Austreiben der Abgase. Doch diese läßt sich durch entsprechende Ausbildung des Kurbelgehäuses zum luftdichten Behälter und unter gleichzeitiger Benutzung des Arbeitskolbens auch als Luftpumpenkolben mit einfachsten Mitteln schaffen. Nur ein Saugventil oder eine Saugklappe, sowie ein Kanal zur Überführung der Luft zum Zylinder sind die einzigen Zugaben, welche notwendig werden, welche aber der übrigen Vereinfachung in der Steuerung keinen erheblichen Eintrag tun. Natürlich werden auch die Zylinderabmessungen beim Zweitakt kleiner als beim Viertakt, allerdings aus den bekannten Gründen nicht etwa im Verhältnis 1 : 2. Wegen der größeren Gleichförmigkeit des Ganges wird auch das Schwungrad leichter. Das gesamte Material wird also besser ausgenutzt und entsprechend das Gewicht eines Zweitaktmotors, unter sonst gleichen Verhältnissen, etwa um ¼ geringer als beim Viertakt. Im Betriebe ergibt sich die Annehmlichkeit, daß die Zweitaktmaschine leichter anspringt und meistens auch einen gleichmäßigeren und ruhigeren Gang aufweist, daß die Glühhaube bei abnehmender Belastung nicht so bald erkaltet wegen der schnelleren Aufeinanderfolge der Zündungen, andererseits aber auch eher zur Überhitzung neigt, unter den gleichen Verhältnissen wie bei der Viertaktmaschine. Selbstverständlich wird durch die Vereinfachung der Steuerung auch die Bedienung und Instandhaltung vereinfacht, der Anschaffungspreis geringer, namentlich auch deshalb, weil der Motor im ganzen kleiner ist. Dabei ergibt sich das wärmetechnisch Merkwürdige, daß der Brennstoffverbrauch dieser kleinen Zweitakt-Glühhaubenmotore häufig eher geringer als größer ist gegenüber den Viertaktausführungen. Gemeint ist dabei der Brennstoffverbrauch, bezogen auf die effektive Leistung. Die erwähnte ungewöhnliche Erscheinung steht anscheinend in grellem



Widerspruch mit der Tatsache, daß das Zweitaktverfahren bestenfalls immer noch eine etwas schlechtere Wärmeausnutzung ergab als der Viertakt. Unzweifelhaft ist dies auch für die Glühhaubenmotore zutreffend, wenn man gleiche Verdichtung und die indizierte Leistung in Betracht zieht. Gleichstarke Motore haben oft so verschiedene Grade der Verdichtung, der Unterschied im mechanischen Wirkungsgrad ist bei dieser geringen Motorgröße leicht so beträchtlich, daß Erscheinungen wie die vorerwähnte wohl auftreten können.

Auch das Viertaktverfahren hat in bezug auf Glühkopfmotore gewisse Vorteile; es ist an und für sich einfacher und verlangt eben darum zu seiner Durchführung einfachere Mittel, die mit geringerer technischer Erfahrung und Intelligenz zu beschaffen sind. Daher auch die Möglichkeit, solche Maschinen fast handwerksmäßig und dennoch betriebsbrauchbar durchzubilden, wie es in Dänemark und Schweden von Anbeginn an bis heute vielfach geschehen ist. Es gibt beim Viertakt keine komplizierte Steuerwirkung, keine Schwierigkeiten in betreff Vorausströmung, Beginns und Dauer des Spülens, Spülluftspannung und -Geschwindigkeit usw. Auch entfallen schwierige bauliche Fragen des Zweitakts, wie das Kurbelgehäuse möglichst klein und die Grundlager so dicht wie möglich auszubilden, wie die Luftventile sachgemäß und betriebssicher zu gestalten sind, um eine gut wirkende Spülluftpumpe zu erhalten. Der Zweitaktmotor erfordert unbedingt mehr konstruktives Geschick, mehr Intelligenz, mehr Erfahrung, obgleich er am Ende dann baulich viel einfacher wird als die Viertaktmaschine.

Ein bemerkenswertes Beispiel eines Viertaktmotors mit Glühhaube ist die folgende Ausführung der Kieler Maschinenbau-Akt.-Ges., vorm. C. Daevel zu Kiel. Durch das Entgegenkommen der Fabrik vermag ich auch hier die Konstruktion der Maschine in allen wesentlichen Teilen zu erläutern. Der Motor hat eine Leistung von 8 PSe in zwei Zylindern. Die Hauptdaten sind folgende:

Viertakt-Glühhaubenmotor von 8 PS. der K. M. A. G. vorm. C. Daevel, Kiel.

Zylinderzahl	= 2,
Zylinderdurchmesser . . .	= 165 mm,
Kolbenhub	= 220 „ ,
Normale Umdrehungszahl .	= 400 pro Min.,
Normalleistung	= 8 PS,
Höchstleistung	= 9,45 PS;

hieraus läßt sich errechnen: die

mittlere Kolbengeschwindigkeit . = 2,93 m



und ein mittlerer effektiver Druck

bei Normalleistung . . . . = 1,91 kg pro qcm,

bei Höchstleistung . . . . = 2,26 kg pro qcm.

Fig. 116—119 geben zunächst ein Gesamtbild des Motors mit Zubehör. Dieses zeigt bereits generell alles Wesentliche im Aufbau: die Anordnung der Kurbeln, der Zylinder, der Haube und der Ventile, der Steuerwelle usw., weiter den Zusammenbau mit der Kuppelung, dem Drucklager und der Umsteuerschraube. Fig. 120 zeigt ferner die Wirkung der Maschine im Diagramm. Im einzelnen aber ergeben die folgenden Ausführungen das Nähere:

Der Zylinder (Fig. 121—124) zeigt eine im ganzen normale Bauart. Laufzylinder und Mantel sind einteilig gegossen. Letzterer ist unten offen, der Guß dadurch vereinfacht und vielleicht auch die Wärmeausdehnung erleichtert. Jedenfalls aber ist die Abdichtung erschwert, da diese oben auf dem Flansch des Kurbelgehäuses erfolgen muß. Alle Abmessungen sind ziemlich kräftig gewählt. Die Ventilgehäuse liegen seitwärts und sind sogleich mit dem Zylinder zusammengegossen, sodaß sie der Kühlmantel ebenfalls noch hinreichend umgibt.

In Fig. 123 ist gleichzeitig auch das Auslaßventil gezeichnet. Seine Ausführung ist die normale, alles Nähere aus der Darstellung ersichtlich. Für die Schmierung des Zylinders sind Bronzeverschraubungen eingesetzt und hiermit Schmiergefäße mit Kugelrückschlagventilen verbunden. Also fehlt die sonst übliche Zylinderschmierpumpe, und das Öl wird während des Saughubs durch den Motor selbst in den Zylinder gesaugt. Hat auch die Erfahrung gezeigt, daß bei guter Ausführung, ein solcher Zylinderöler wohl brauchbar ist, sicherer ist jedenfalls eine Pumpe, weil sie das Öl unbedingt zwangläufig einführt.

In Fig. 125—130 sind Zylinderdeckel und Glühhaube wiedergegeben. Hierbei fällt auf, daß der Deckel ungekühlt ist, aber die freie Fläche des Deckels ist nur klein, die Haube schließt sich unmittelbar an, und die Kühlung des Zylinders ist bis oben an den Deckel wirksam, sodaß schließlich zur Not die Deckelkühlung entbehrlich ist. Im praktischen Betriebe haben sich auch keine Anstände ergeben.

Zur Ausbildung der Haube ist nur wenig zu sagen. Wesentlich ist ihre Größe mit Rücksicht auf die Höhe der Verdichtung, ferner der Querschnitt der Verbindungsöffnung zum Zylinder, der Ort der Brennstoffeinspritzung und die Erhaltung eines mittleren Wärmezustandes der Haube. Alle diese Momente sind größtenteils Sache der Erprobung und Erfahrung und erfordern oftmals langes Suchen, bis die günstigsten Verhältnisse gefunden sind. Namentlich die richtige Erwärmung der Haube zu halten, ist schwierig. Diese darf nicht zu kalt sein, da hierunter die Vergasung leidet und gar bald die Zündung versagt, aber auch nicht

Fig. 116–119. Viertakt-Petroleummotor von Daevel. Ne = 8 PS und n = 375.

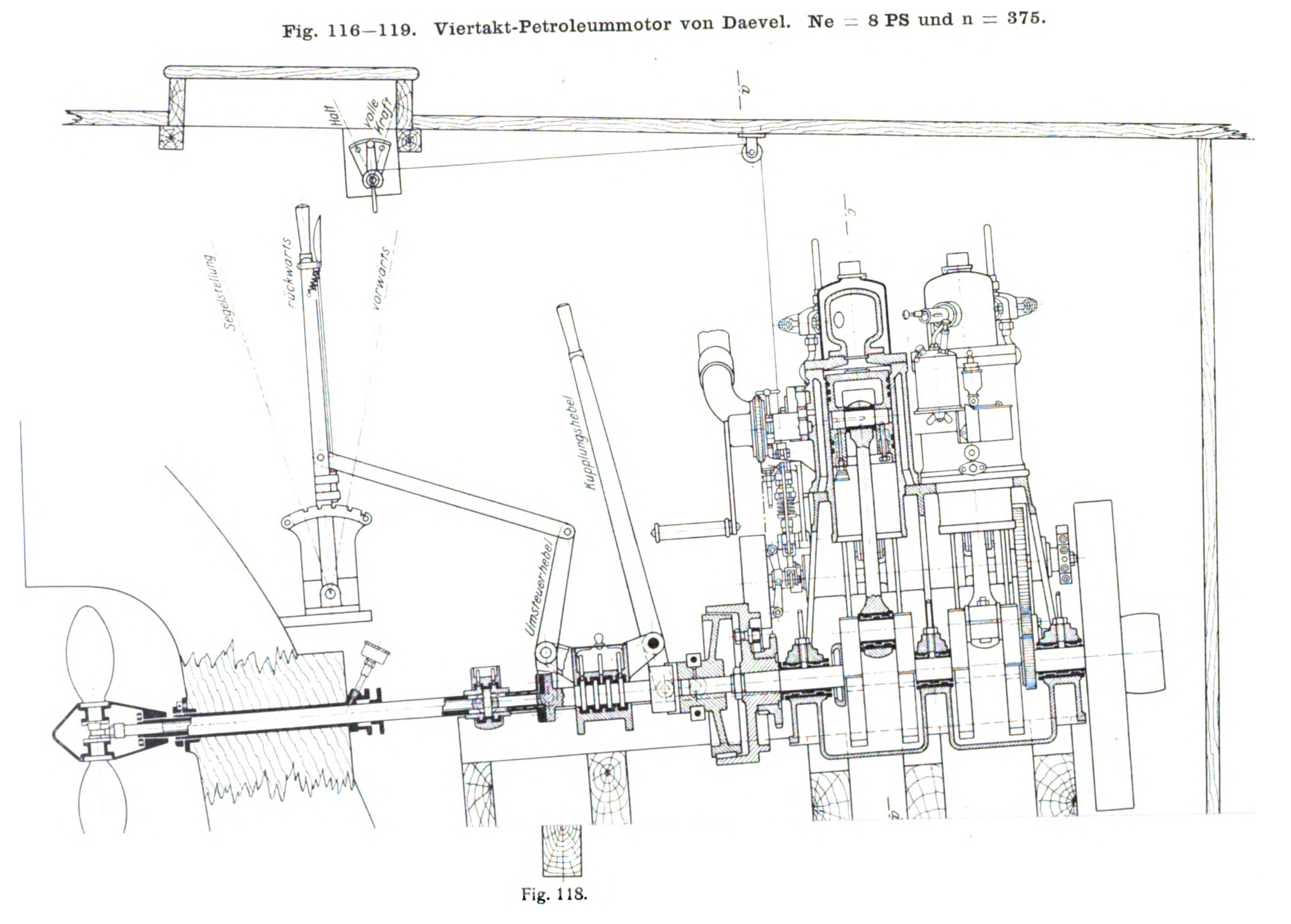


Fig. 118.

Diagramm eines Daevelmotors.

($^1/_2$ Last)

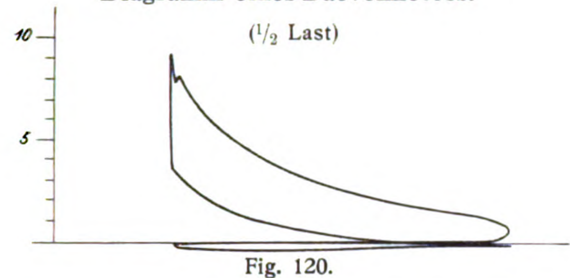


Fig. 120.

Fig. 121—124. Zylinder eines Daevelmotors.

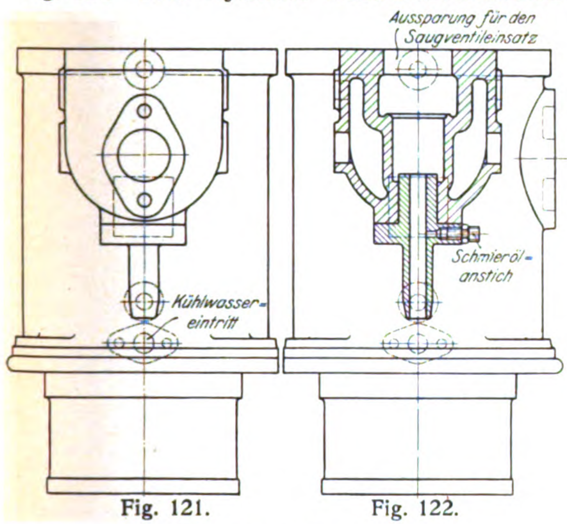


Fig. 121. Fig. 122.

Zylinderdeckel des Daevelmotors.

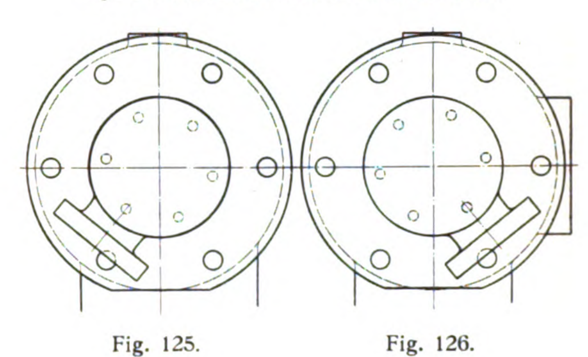


Fig. 125. Fig. 126.

Fig. 123.

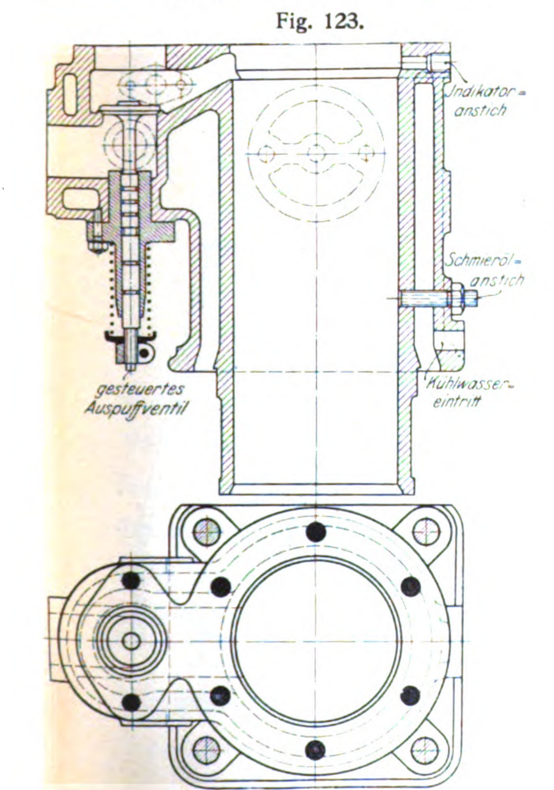


Fig. 124.

Fig. 127—130. Glühhaube des Daevelmotors.

Fig. 127. Fig. 128.

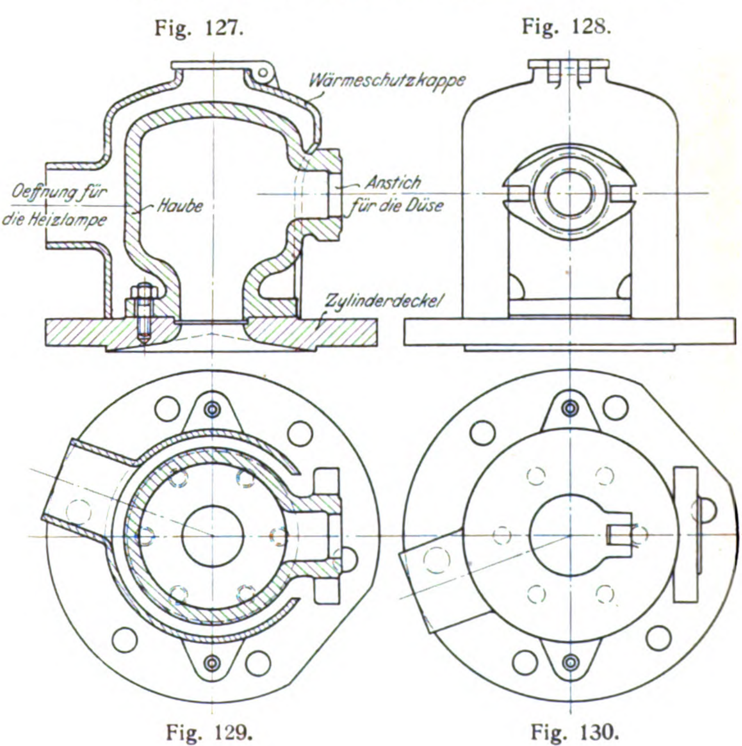


Fig. 129. Fig. 130.

zu warm, denn überhitzte Glühhaubenflächen überziehen sich leicht mit einer Schicht verkohlten Brennstoffs, welche die Wärme schlecht leitet und allmählich die Haube schwarz werden läßt, worauf ebenfalls Vergasung und Zündung voll-

Fig. 131—134. Brennstoffeinspritzdüse des Daevelmotors.

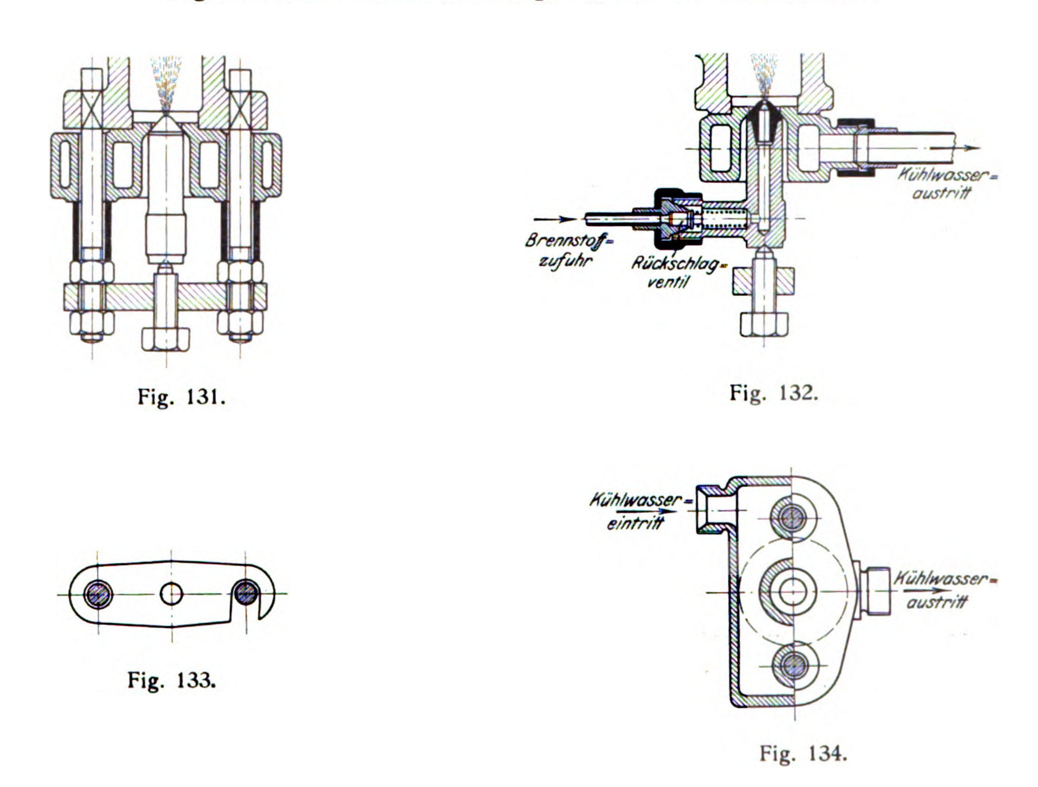


Fig. 131. Fig. 132.

Fig. 133. Fig. 134.

Fig. 135—136. Gehäuse des Daevelmotors.

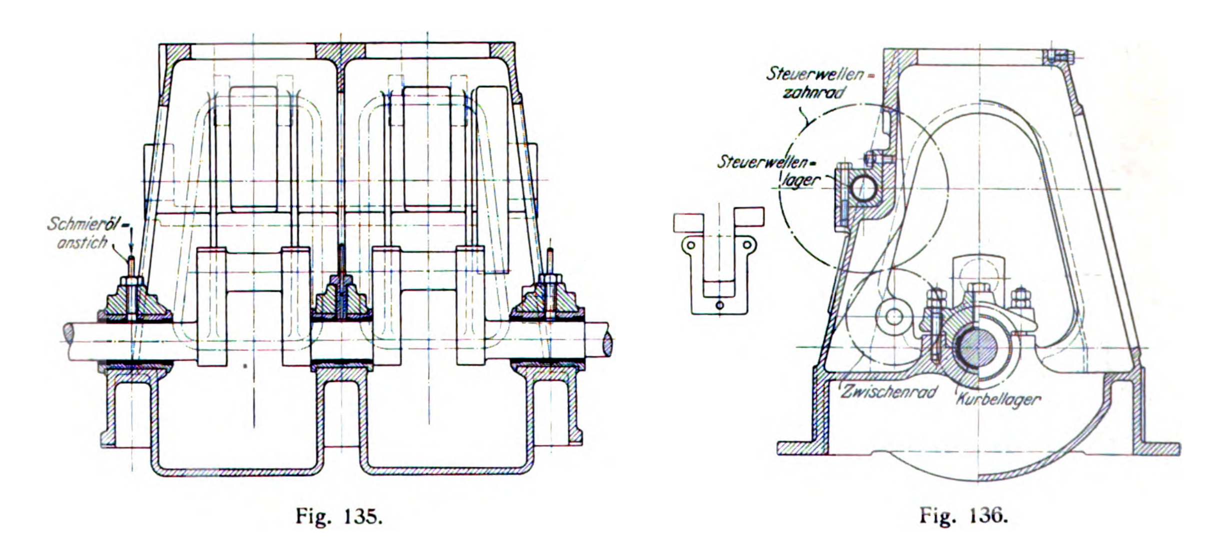


Fig. 135. Fig. 136.

ständig versagen. Der richtige Wärmegrad der Haube ist gekennzeichnet durch rostbraune Farbe. Beim Viertaktmotor ist diese nicht schwierig innezuhalten, jedenfalls nicht leicht zu überbieten. Die Haube des Zweitaktmotors wird aber viel leichter zu warm, und man muß sie unter Umständen besonders kühlen, auch schon zu dem Zweck, um die Frühzündungen zu vermeiden, die infolge zu starker Erwärmung des Brennstoffs in der Haube durch nachfolgende Verdichtung leicht hervorgerufen werden. Um die Glühhauben vor ungewollter Abkühlung zu bewahren und

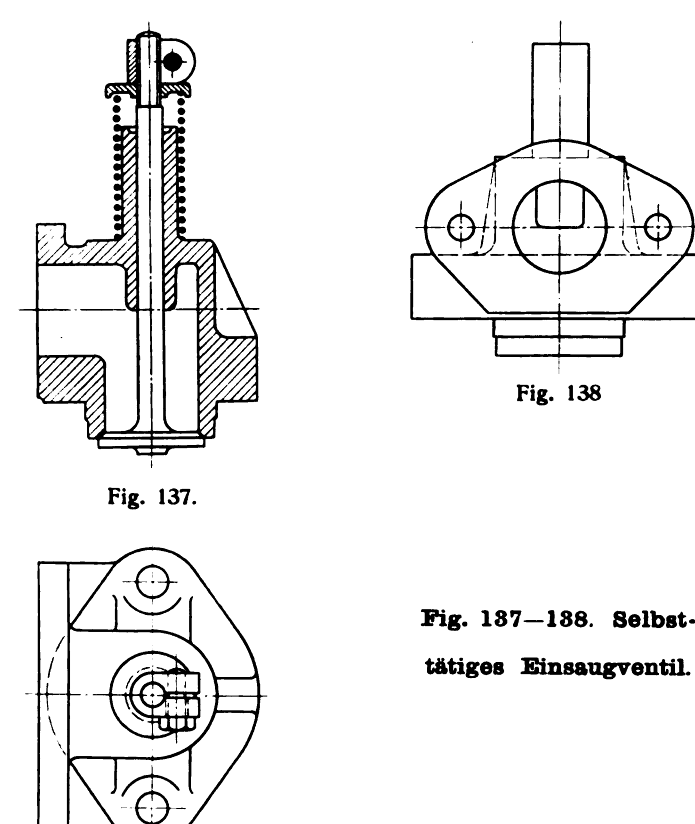


Fig. 137.

Fig. 138

Fig. 137—138. Selbsttätiges Einsaugventil.

Fig. 139.

die Umgebung vor der Wärmestrahlung zu schützen, erhalten sie Schutzhauben, welche leicht fortnehmbar sind und für das Anbringen der Heizflamme, wie zum Ventilieren verschließbare Öffnungen haben. Zur Haube gehört noch die Brennstoffdüse mit der nadelfeinen Öffnung, auf deren richtige Bemessung es beim Brennstoffverbrauch ebenfalls wesentlich ankommt und durch welche der Brennstoff hindurchgepreßt und somit in feinem Strahl in das Innere geblasen wird. Diese Düse zu kühlen ist wesentlich, da sie sonst schnell verbrennt.

Fig. 131—134 zeigt die Brennstoffdüse, ihre Befestigung, und die zugehörige Kühlflansche.

Das Kurbelgehäuse, mit der Grundplatte aus einem Stück gegossen (Fig. 135 und 136), verrät die solideste Durchbildung. Alle Wandungen sind ziemlich kräftig gehalten und, wo nötig, besonders versteift. Für Zugänglichkeit ist durch Fenster vorn und hinten, sowie an den Seiten ausreichend gesorgt. Die Kurbelwelle ist dreimal gelagert; es ist also alles vermieden, was an den Wagenmotor erinnert; die Zylinder sind nicht zu einem Block zusammengegossen, sondern getrennt ausgeführt, und entsprechend sind auch die Kurbeln nicht zu einer Doppelkurbel vereinigt. Daß die beiden Kurbeln gleich gerichtet sind, zeigte bereits das obige Gesamtbild. Infolgedessen sind freie Kräfte vorhanden, welche wenigstens zu teilweisem Ausgleich Gegengewichte an den Kurbelarmen erfordern. Vorteilhaft aber ist, daß die Zündfolge gleichmäßiger und die Drehkraft gleichförmiger wird, und daher das erforderliche Schwunggewicht geringer sein kann.

Bemerkenswert ist noch die Anordnung der Zahnräder, welche die Steuerwelle treiben, innerhalb des Gehäuses direkt neben der Kurbel, entgegen der meist gebräuchlichen Anbringung außen; ferner die Lagerung der Steuerwelle seitlich am Gehäuse. Auch ist noch hinzuweisen auf die Ausführung der Lagerschalen aus Rotguß mit Weißmetalleinguß und die Ausbildung der Schmierung als normale Tropfenschmierung.

Die Steuerung ist dadurch erheblich vereinfacht, daß nur die Auspuffventile gesteuert werden, die Einlaßventile (Fig. 137—139) aber selbsttätig wirken. Die Mängel selbsttätiger Einlaßventile von Motoren, wie starkes Geräusch, unrichtige verspätete Steuerwirkung usw., sind hinreichend bekannt. Als Vorteil kommt, neben der Vereinfachung des Steuerungsantriebs, noch ein günstiger Umstand beim Anlassen in Betracht. Springt nämlich hierbei der Motor, wie möglich ist, in falscher Richtung an, so puffen bei gesteuertem Einlaß Abgase und Gemisch durch das Einlaßventil in den Motorraum. Dies ist die unvermeidliche Folge der Verkehrung der Steuerungswirkung. Dieser Mangel entfällt beim selbsttätigen Einlaßventil, welches sich ja nur bei Unterdruck öffnet.

Wie der Antrieb des Auspuffventils erfolgt, ergibt sich aus Fig. 140—143. Der Ventilstößel trägt unten die Rolle, wird oben in einer Führung, unten durch einen Lenker geführt. Dort wird auch die Vorrichtung erkennbar, welche dazu dient, durch Verminderung der Kompression das Anlassen zu erleichtern. Der Auspuffnocken ist nämlich horizontal verschiebbar und hat außer der Haupterhöhung für den Betrieb noch eine zweite für das Anlassen, die aber bedeutend kleiner ist und achsial wie peripherisch gegen den Hauptbuckel versetzt ist. Letzterer öffnet natürlich das Auslaßventil während des Auspuffs, jener aber, der ungefähr gegenüber liegt, hebt das Ventil etwa um eine Umdrehung später, da die Steuerwelle

halb so schnell umläuft wie die Kurbelwelle. Das ist also die Zeit der Kompression, und diese wird demnach vermindert durch das Lüften des Ventils.

Zu den Darstellungen des Kolbens und der Steuerräder in Fig. 144—145 und Fig. 162—163 ist nichts besonderes zu bemerken. Man hat große Räder umgangen, indem eine doppelte Übersetzung mit drei Rädern verwendet wurde. Zur

Fig. 140—143. Einzelheiten zur Auspuffsteuerung des Daevelmotors.

Fig. 140. Fig. 141.

Fig. 142. Fig. 143.

Vermeidung erheblichen Geräusches ist das mittlere Rad in seinem Kranz aus Vulkanfiber gemacht, die anderen Räder sind aus Gußeisen.

Recht interessant ist der Antrieb der beiden Brennstoffpumpen, in Verbindung mit der Regelung durch den Regler zum Zwecke der Leistungsänderung (Fig. 146—157). Der Regler sitzt auf der Steuerwelle und verschiebt einen Stufennocken auf derselben, der durch zwei Winkelhebel mit Rollen die Pumpenkolben bewegt. Je nach der Stellung des Reglers, also entsprechend der Umdrehungszahl,

kommen andere Nockenstufen und andere Pumpenhübe zur Verwendung. Damit verändert sich die Brennstoffzufuhr und die erzeugte Leistung.

Fig. 146—149 zeigt den Regler mit dem Stufennocken, Fig. 150—157 die Brennstoffpumpe mit Antrieb. Wie es möglich ist, den Hub der Brennstoffpumpen außer durch den Regler auch von Hand zu beeinflussen, ist ebenfalls aus Fig. 152 ersichtlich. Auch geht aus dieser hervor, daß beide Pumpen einzeln oder gemeinsam ausgeschaltet werden können, indem man die Nocken abhebt und sie in dieser Lage durch Festhaken beliebig erhält. Leicht verständlich sind endlich noch die Darstellungen in den Fig. 158—161 und 164—180, welche umfassen: die einfache Konuskupplung zum Ausrücken (Fig. 158—161), bei welcher die Reibung durch Platten aus Vulkanfiber verstärkt wird, die Umsteuerungsmuffe (Fig. 164 und 165), welche die innere Stellstange zur Verstellung der Schraubenflügel betätigt, die Antriebsvorrichtung hierzu (Fig. 166—168), das Drucklager (Fig. 169 bis 172), den Fundamentrahmen (Fig. 173—175), die Schraubennabe mit der Verstellungseinrichtung (Fig. 176—177) und einem Schraubenflügel (Fig. 178—180). Abweichend vom Üblichen ist die Schraubenverstellung durchgebildet, und es ist besonders bemerkenswert, daß eine Stoffbuchse für die Abdichtung der Stellstange, ebenfalls wider die Gewohnheit, vermieden ist. Hieraus haben sich im Betriebe bisher keine Schwierigkeiten ergeben, was wohl die Wirkung davon ist, daß überall nur tunlichst kleine Spielräume vorhanden sind und daß namentlich die Propellerflügel mit großen ebenen Flächen in der Nabe dichten.

Die nachstehende Zusammenstellung enthält wieder die wichtigsten Gewichtszahlen:

Gewichte des 8 PS-Glühhaubenmotors der K. M. A. G., vorm. C. Daevel, Kiel.

Gewicht des Motors ohne Schwungrad und Kupplung . .	=	814,0 kg
Gewicht des Motors mit Schwungrad	=	941,5 „
Gewicht der ganzen Anlage komplett mit Kupplung, Umsteuerung, Heckwelle, Stevenrohr, Fundamentteilen, Rohrleitung und gefülltem Brennstoffbehälter von 140 l Inhalt	=	1440,0 „
Einheitsgewicht pro 1 PS Normalleistung . . . . $= \frac{941,5}{8}$	=	117,7 „
Einheitsgewicht pro 1 PS Normalleistung und bezogen auf das Gesamtgewicht der Anlage . . . . $= \frac{1440,0}{8}$	=	180,0 „



ıern

ɤllenrɑ

rad

elen

Sup

Um.
hɛ

zen

Führu.
chlitt

Dem vorstehenden Beispiel eines Glühkopfmotors mit Viertaktwirkung soll jetzt ein Beispiel eines ebensolchen Zweitaktmotors folgen, welcher gleichfalls deutschen Ursprungs ist.

Von den Schwierigkeiten beim Bau solcher Motore ist eine noch besonders zu betonen, weil sie gerade im Seefischereibetriebe die größte Aufmerksamkeit erheischt und ihre Lösung sehr oft nur unvollkommen gelingt. Das betrifft die Beherrschung der Wärme im Innern der Maschine, deren Anhäufung sich naturgemäß leicht einstellt infolge der raschen Folge der Zündungen. Diese in mäßigen Grenzen zu halten, ist die wichtige Aufgabe, wenn man Frühzündungen und starke Leistungs- und Brennstoffverluste vermeiden will. Je besser dies gelingt, desto höher kann man auch mit der Kompression gehen, und das hat wieder Leistungssteigerung und Brennstoffersparnis zur Folge. Sehr beliebt ist für diesen Zweck die Wassereinspritzung, sie wirkt im erwähnten Sinne sehr günstig. Aber ebenso bedeutend ist auch der Nachteil, wenigstens für ihre Anwendung im Seefischereibetriebe. Es ist unvermeidlich, die Einspritzung zeitweilig zu regeln. Je nach dem Zustand der Glühhaube und der Häufigkeit der Belastungsänderungen ist eine solche Regelung sogar in kurzen Pausen erforderlich. Dazu fehlt dem Fischer die Zeit, und es bedeutet eine empfindliche Störung für ihn, den Zustand des Motors dauernd so aufmerksam verfolgen zu müssen. Wenn er sich aber durch den Gang des Motors daran erinnern läßt, die Wasserzufuhr zu regeln, so ist es häufig zu spät, um Störungen noch zu verhindern. Die Vermeidung der Wassereinspritzung ist also ein Moment der Betriebssicherheit. Sie ist aber auch nicht weniger wichtig in betreff der Erhaltung der Maschine in gutem Betriebszustand. Die empfindlichsten Teile dauernd mit Seewasser in Berührung zu bringen, kann unmöglich zuträglich sein; ein unnatürlicher Verschleiß dieser Teile ist dabei kaum zu verhüten.

Ein Zweitaktmotor von bester Durchbildung ist das Erzeugnis der Maschinenbau-Akt.-Ges., vorm. Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz. Diese Ausführung ist in allen Teilen sehr bemerkenswert, und ich bin der Firma sehr dankbar dafür, daß sie es mir ermöglichte, über einen Motor dieser Bauart von 6 PS eingehend zu berichten.

Die grundlegenden Zahlen sind folgende:

Zweitakt-Glühhaubenmotor von 6 PS der M. A. G., vorm. Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz.

Zylinderzahl	= 1,
Zylinderdurchmesser	= 180 mm,
Kolbenhub	= 210 mm,

Normale Umdrehungszahl . . . . . = 375 pro Min.,
Normalleistung . . . . = 6 PS,
Höchstleistung . . . . = 9 PS;

Fig. 181—183. Schematische Gesamtanordnung eines Rohöl-Swiderski-Motors von 8—10 PS.

Fig. 181. Fig. 182.

Fig. 184. Diagramm eines Swiderski-Motors.

Fig. 183. Fig. 184.

hieraus errechnet sich die

mittlere Kolbengeschwindigkeit . . = 2,63 m

und ein mittlerer effektiver Druck

bei Normalleistung . . . . = 1,34 kg pro qcm,
bei Maximalleistung . . . . = 2,04 kg pro qcm.

In schematischer Darstellung geben Fig. 181—183 das Gesamtbild des Motors. Dieses zeigt im Prinzip die Anordnung der Haube mit der Einspritzung, die Durchbildung des Kurbelkastens als Spülluftpumpe und die Wirkung der Spülluft, welche im Kurbelkasten angesaugt und komprimiert wird und darauf, in der Tiefstellung

Fig. 185—189. Zylinder des Swiderski-Motors.

Fig. 185. Fig. 186. Fig. 187.

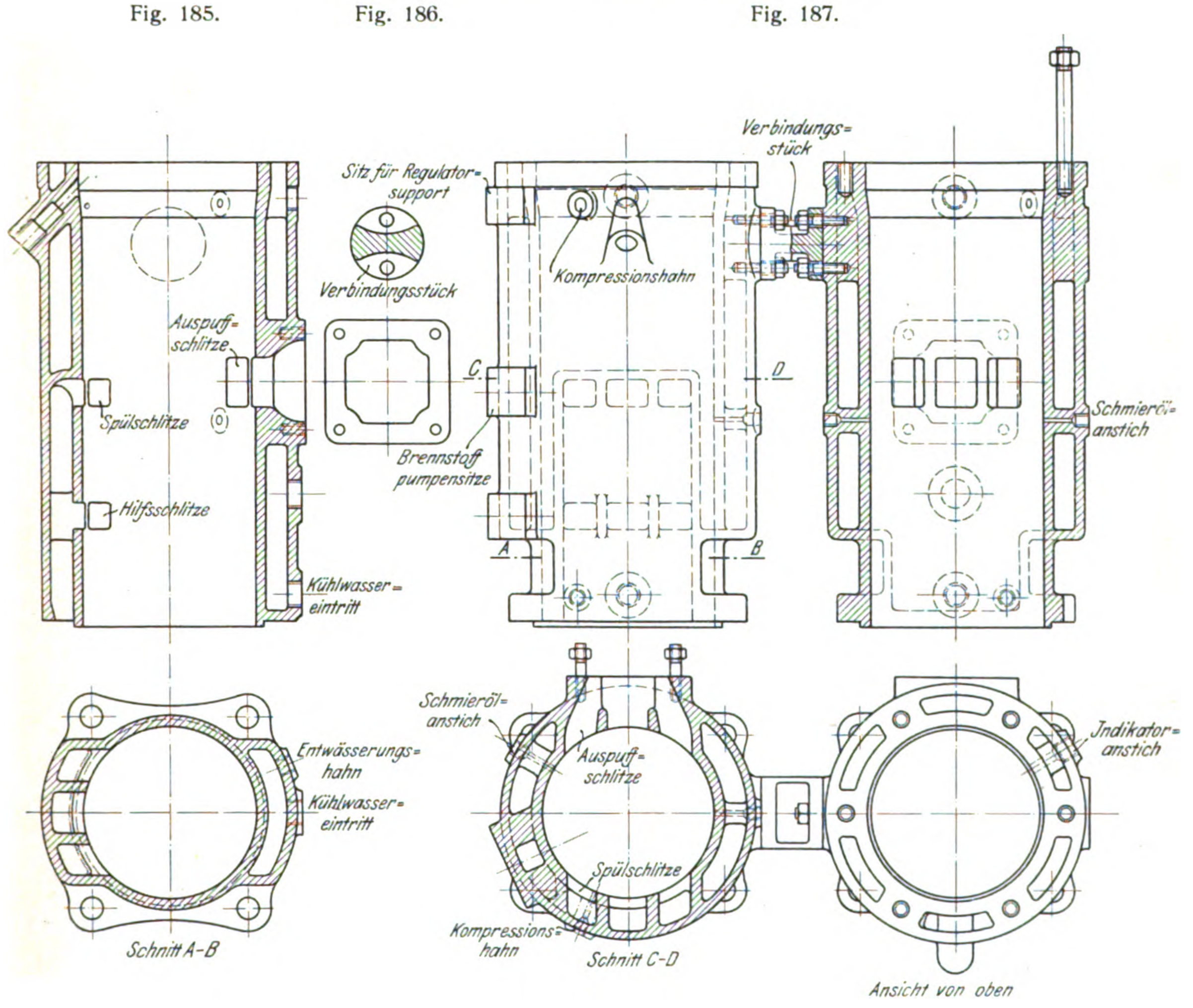


Fig. 188. Fig. 189.

des Kolbens, durch seitliche Schlitze in den Zylinder einströmt, um die Abgase zu verdrängen und sie durch die gegenüberliegenden Auspuffschlitze in den Auspufftopf zu schieben. Auch die allgemeine Anordnung der Regelungsvorrichtung ist schon im Prinzip erkennbar. Das Diagramm Fig. 184 zeigt die Arbeitsvorgänge im Zylinder.

In Hinsicht der Einzelheiten bemerke ich noch folgendes:

Fig. 190—195. Zylinderdeckel mit Einspritzdüse und Glühhaube.

Fig. 194. Fig. 190. Fig. 195. Fig. 191.

Schutzdeckel
Abzugsklappe
Oeffnung für die Heizlampe
Rückschlag-ventil
Brennstoff-eintritt
A
B
Düse
Kühlwasserabfluss
Düsenhalter
Nadel zum Reinigen der Düse
Schnitt C-D

Schnitt A-B
C
Kühlwasser-abfluss
D
Ansicht von unten

Fig. 192. Fig. 193.

Fig. 196—198. Kurbelgehäuse des Swiderski-Motors.

A
Luftklappe
Luftklappe
C
D
Oelablass
B
Schnitt A-B
Ansicht von oben
Schnitt C-D

Fig. 196. Fig. 197. Fig. 198.



Am Zylinder (Fig. 185—189) erkennt man die übersichtliche geschickte Durchbildung, die sorgfältige Verteilung des Materials, die zweckmäßige Anordnung des Luftkanals und des Wassermantels, der nur teilweise bis unten auf die Flansche herabgeht, zum großen Teil aber schon oberhalb aufhört. Man sieht auch die einander gegenüberliegenden Schlitze. Die Auspuffschlitze setzen höher an als die für die Spülluft; denn es muß ja die Austrittsspannung erst genügend gesunken sein, ehe das Spülen beginnen kann. Bemerkenswert ist noch, daß die Spülluft vom Kurbelgehäuse aus nur zum Teil durch den Spülluftkanal direkt in den Zylinder tritt, zum andern Teil aber erst das Kolbeninnere durchspült und von hier durch Schlitze im Kolben und Zylinder den Spülluftkanal erreicht. Diese patentierte Anordnung ist im Interesse der Kühlung des Kolbens und Kolbenbolzens besonders zweckmäßig. An drei Stellen in der Mitte der Zylinderlauffläche befinden sich Stutzen für die Schmierung, oben am Ende ein Anguß für den Kompressionshahn. Bei Maschinen mit zwei Zylindern werden diese durch eine kurze Strebe verbunden; die erforderlichen Arbeitsflächen dafür sind oben an dem Zylinder gelegen.

Interessant und gut gestaltet ist auch der Zylinderdeckel (Fig. 190—195). Derselbe ist wassergekühlt; er enthält bereits das Unterteil des Glühhaubenraums, und oben darauf sitzt der eigentliche Glühkopf. Der gesamte Verdichtungsraum ist relativ klein, da der Kolben bis dicht unter den Deckel geht, und die Verdichtung selbst wird also hoch. In der Tat zeigen diese Maschinen Kompressionen von 6 Atm. und mehr und ertragen sie ohne störende Frühzündungen.

Fig. 196—198 sind Darstellungen des Gehäuses. Sie zeigen die eigenartige Ausbildung dieses Maschinenteils bei Zweitaktmotoren, völlig abweichend von der Viertakt-Bauart. Eine runde einteilige Trommel, klein, kompakt, überall eng an das Triebwerk angepaßt, um, wie erwähnt, den Kurbelraum so knapp wie möglich zu bemessen. Aber es gelingt dies meistens nicht so vollkommen wie erwünscht, und infolgedessen erreicht man selten Spülluftspannungen über 0,15 bis 0,2 Atm. Überdruck. Für diese kleinen Maschinen und unter den übrigen hier in Betracht kommenden Verhältnissen genügt diese Spannung. Ziemlich mangelhaft ist im allgemeinen die Zugänglichkeit solcher Gehäuse, eben wegen ihrer Kleinheit. Es kommt noch hinzu, daß Platz für Luftsaugventile geschaffen werden muß, was den Zugang natürlich ebenfalls erschwert. Alles, was in betreff der Zugänglichkeit getan werden konnte, ist aber bei diesem Motor geschehen.

Die Fig. 199—203 zeigen die Deckel des Gehäuses mit den Lagern, welche nur in dieser Art untergebracht werden können, weil das Gehäuse an sich ja einteilig ist. Diese Grundlager ausreichend zu schmieren und gegen Luftdruck zu dichten, das sind Einzelaufgaben von Bedeutung. Eine größere Lagerlänge ist der Abdichtung



günstig und bei kleinen Motoren zur Not schon ausreichend. Wenn sie nicht genügt, muß das Abdichten vielleicht durch besondere Ringe erfolgen, welche auf Welle und Kurbel aufgeschliffen und durch Federn angepreßt werden. Schon durch gute Schmierung der Lager kann ihre Dichtheit wesentlich gefördert werden. Erschwert wird aber die Lagerölung durch die Luft, welche von der Lagerfläche nicht völlig fernzuhalten ist und das Öl nicht einläßt oder, wenn es darin ist, dieses wieder herauszudrücken sucht. Somit ist bei den Lagern Preßschmierung allein zweckmäßig. Diese empfiehlt sich daher bei Zweitaktmotoren dieser Bauart nicht allein für die Zylinder, sondern auch für alle übrigen wichtigen Teile, insbesondere die Lager. In solchem Zusammenhang erscheint es ferner richtig, die Schmiernuten der Lager in der Längsrichtung nur kurz zu halten, um das schnelle Verlaufen des Öles zu verhindern. Manche Fabrik vermeidet die Längsnuten vollkommen und begnügt sich damit, in der Mitte eine einfache Ringnut einzudrehen, aus welcher ohne weiteres durch den Druck das Öl nach allen Seiten herausfließt.

Mit dem zweiten Grundlager ist Antrieb und Lagerung der Steuerwelle, welche vertikal gestellt ist, in ziemlich gedrängter Form zusammengebaut. Hierzu geben die Fig. 199—201 alles Nähere.

Fig. 204—205 zeigt noch den Schmierring für die Zentrifugalschmierung der Kurbel; Fig. 206—208 das Luftventil, durch welches Spülluft in den Kurbelkasten eingesaugt wird; in einem Gehäuse sind zwei Ventilteller zu einem Doppelventil verbunden, um möglichst großen Querschnitt und geringe Saugspannung zu erhalten. Billiger als eigentliche Ventile sind Klappen, die noch dazu eher den erforderlichen reichlichen Querschnitt und weniger Geräusch ergeben.

Von den Triebwerksteilen ist die Schubstange (Fig. 209—210) von Interesse: der Schaft ist aus Stahlguß, der zweiteilige Pleuelkopf aus Gußeisen und mit Weißmetall gefüttert. Auch die Schalen des Kreuzkopflagers sind zweiteilig aus Bronze und nachstellbar, was bei Kleinmotoren dieser Art im ganzen ungebräuchlich ist. Durch die gewählte Ausführung des unteren Pleuelkopfes wird derselbe sehr klein, und dies ist wieder günstig für das Kurbelgehäuse, welches dadurch ebenfalls kleiner und im obigen Sinne vorteilhafter wird.

Recht originell und geschickt ist die Regelung der Brennstoffpumpen durchgeführt; sie erfolgt wieder durch Veränderung des Pumpenhubs mit Hilfe des Reglers und allein zu dem Zwecke, das Durchbrennen zu verhindern. Eine Handregelung ist mittelbar vorgesehen, insofern, als die Belastung des Reglers durch Anspannen einer Feder geändert werden kann. Da dies bei einem nahezu astatischen Regler nur in mäßigen Grenzen möglich ist, so ist der Einfluß dieser Handregelung auf die Tourenzahl relativ gering.



(Se

Fig. 211—213 ist die Darstellung des Reglers, welcher oben auf der Steuerwelle sitzt und dessen Belastung teils in dem Gewicht des Reglergehäuses, teils in der Kraft einer von oben wirkenden Feder besteht. Durch ein Handrad am Ende der Spindel kann diese Feder beeinflußt werden, und darin besteht eben die vorerwähnte Regelung von Hand. Nichts Ungewöhnliches bietet die Brennstoffpumpe (Fig. 214—217). Zur Befestigung dient ein Konsol (Fig. 218—221); dasselbe ist mit dem Motor verschraubt und enthält auch die obere Lagerung für die Regulatorwelle und mehrere andere Stützpunkte.

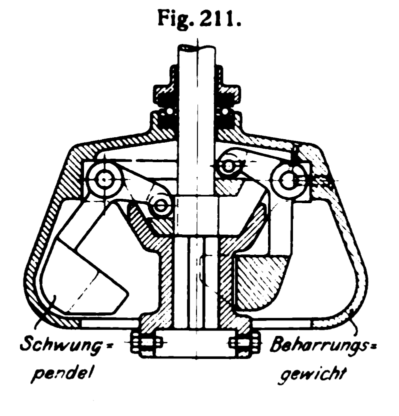
Die Wirkung der Regelung ist folgende: Der Regler verschiebt vertikal eine Steuerbuchse (Fig. 224—226), welche zwei keilförmige Nocken trägt. Diese Nocken arbeiten mit konischen Rollen (Fig. 229). Letztere wieder sind in einem Pendelhebel gelagert (Fig. 230) und bewegen durch diesen die Pumpenkolben. Je nach der Stellung des Reglers ändert sich die Lage der konischen Nocken und Rollen zueinander und infolge davon der Pumpenhub, wie ohne weiteres verständlich. Man hat auch versucht, den Motor für direkte Umsteuerung durch Gegenzündung einzurichten. Zu dem Zwecke wird über die Reglerwelle eine Umsteuerbuchse geschoben (Fig. 223), welche zwei Schraubenschlitze enthält. In der Regulatorwelle sitzt ein in diesen Schraubenschlitzen geführter Dorn. Durch Verschiebung der Umsteuerbuchse ist somit eine Verdrehung der Regulatorwelle erreichbar. Letztere soll bewirken, daß durch entsprechend verfrühtes Einspritzen des Brennstoffs eine Frühzündung erfolgt, von solcher Kraft, daß sie die Maschine herumwirft. Wie alle Zündumsteuerungen prinzipiell unsicher sind, so ist es auch diese, und die Fabrik hat sie aufgegeben zugunsten der Umsteuerung mittelst Drehflügelschraube. Diese ist für Kleinmotoren viel einfacher und betriebssicherer, und sie gestattet namentlich eine feine Regelung der Geschwindigkeit, welche jener Vorrichtung unbedingt abginge, selbst wenn sie im übrigen brauchbar wäre.

Darstellungen mehrerer Einzelheiten, die keiner besonderen Erläuterung bedürfen, findet man in den Fig. 232—247. Sie betreffen wichtige Zubehörteile, wie die Kühlwasserpumpe mit Exzenterantrieb (Fig. 232—234), den Druckschmierapparat (Fig. 235—238), welcher sechs einzelne kleine Druckpümpchen für ebensoviele Schmierstellen enthält und angetrieben wird mittelst Zahnradgesperres; ferner den Fundamentrahmen (Fig. 239—241), die Kupplung (Fig. 242—244) und das Schwungrad (Fig. 245—247). Im Kranze hat das Schwungrad zwei federbelastete Bolzen, welche hervorgezogen werden können, worauf sie zum Andrehen verwendbar sind. Eine solche Andrehvorrichtung ist sehr einfach, billig und raumsparend; sie ist für kleine Zweitaktmotore, die nur ein Anschwingen erfordern, durchaus brauchbar.



Fig. 211—213. Regler des Swiderski-Motors.

Fig. 211.



Muffe

Fig. 212. Fig. 213.

Fig. 214—217. Brennstoffpumpe des Swiderski-Motors.

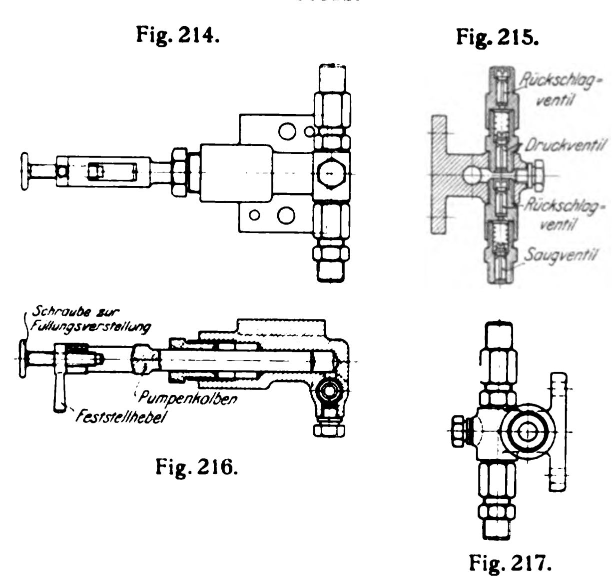


Fig. 214. Fig. 215. Fig. 216. Fig. 217.

Fig. 218—221. Konsol für Brennstoffpumpe des Swiderski-Motors.

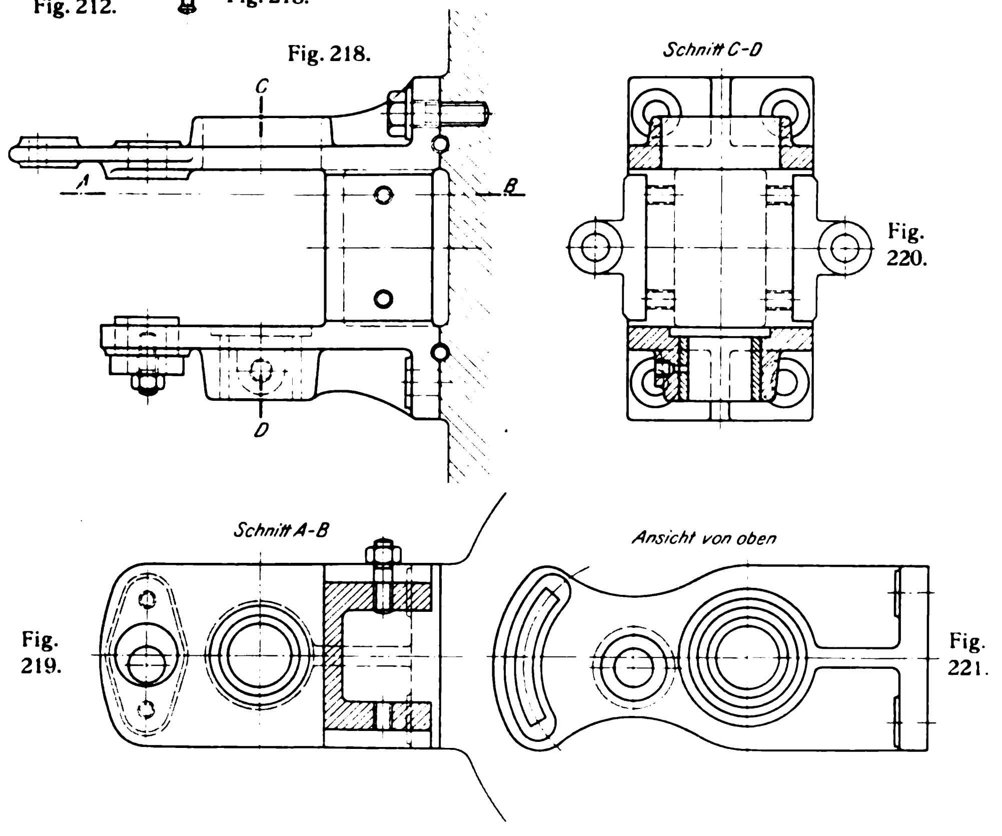


Fig. 218. Fig. 219. Fig. 220. Fig. 221.

Fig. 222—231. Teile zur Regelung des Swiderski-Motors.

Fig. 222.

Schleifring

Fig. 223.

Muffe mit Schlitzen

Fig. 224.

Regulatormuffe

Brennstoffpumpen=nocken

Fig. 225.

Brennstoffpumpen=nocken

Fig. 226.

Fig. 227.

Handrad für die Tourenverstellung

Regulatorsupport

exzentrische Lagerung der Brennstoffhebel

Hebel für die Füllungsverstellung

Fig. 231.

Brennstoffpumpensupport

Mitnehmerstift

Brennstoff=pumpennocken

Rollenhebel für die Brennstoffpumpe

Brennstoff=pumpe

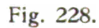


Fig. 228.

schräge Rollen

Brennstoff=pumpenhebel

Fig. 229.

Fig. 230.

Fig. 232—234. Kühlwasserpumpe des Swiderski-Motors.

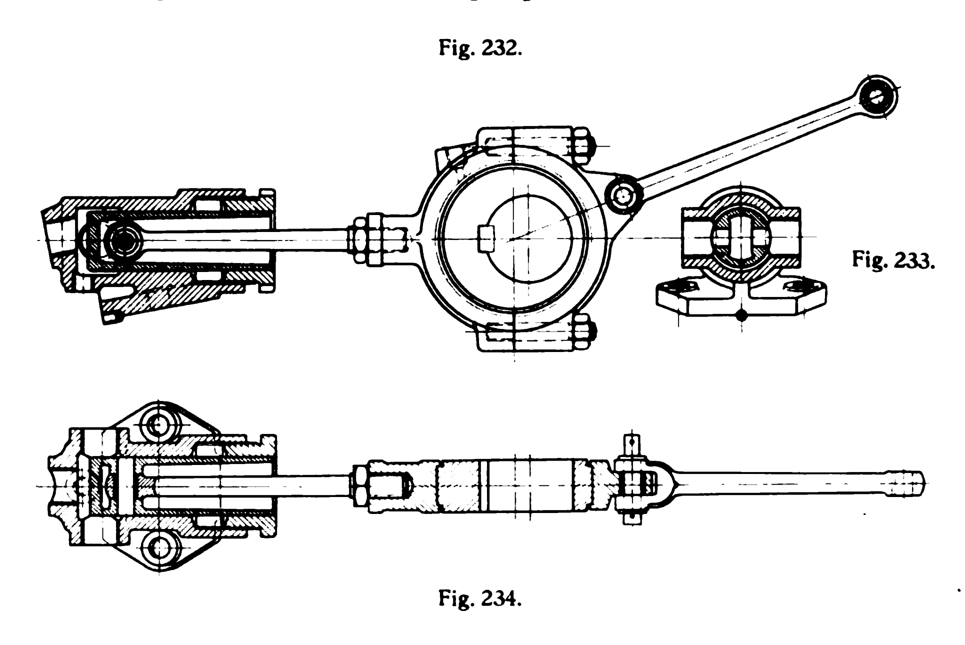


Fig. 232.

Fig. 233.

Fig. 234.

Fig. 235—238. Druckschmierapparat für einen Swiderski-Motor.

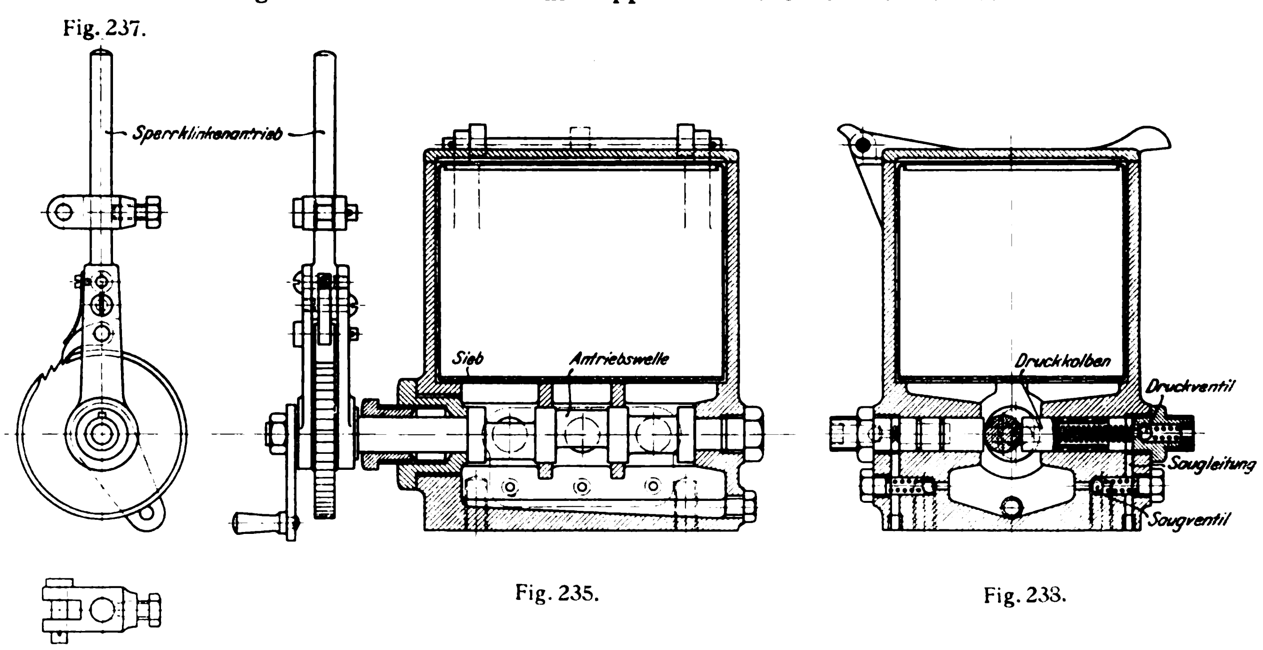


Fig. 237.

Fig. 235.

Fig. 238.

Fig. 236.

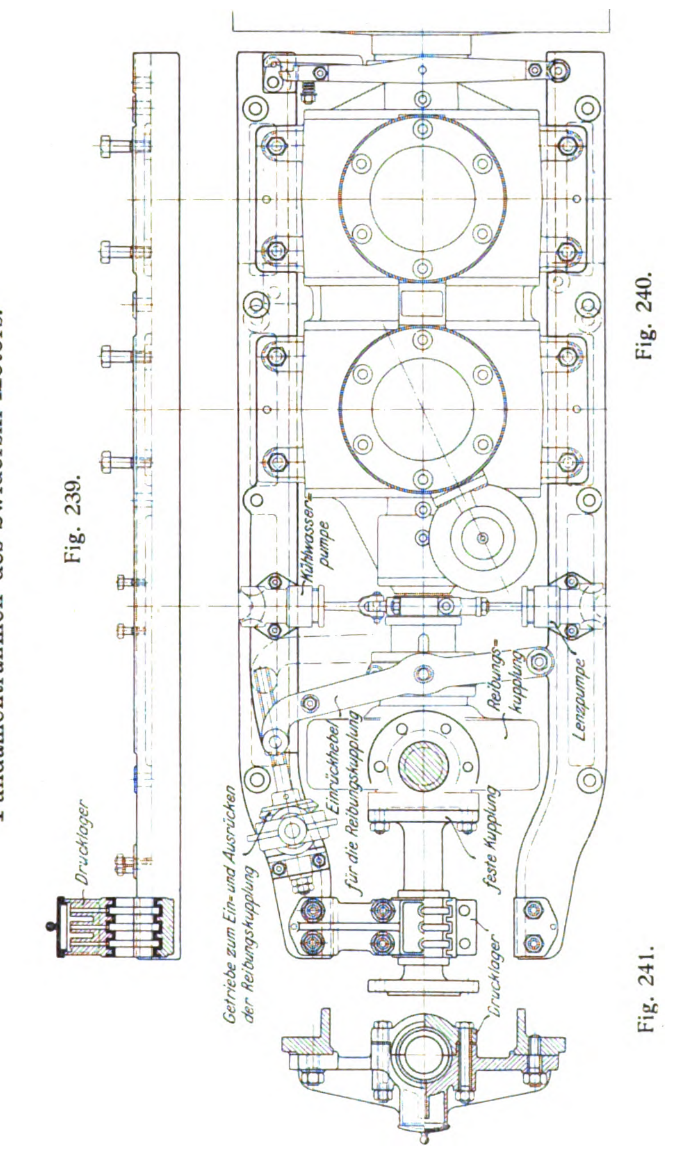
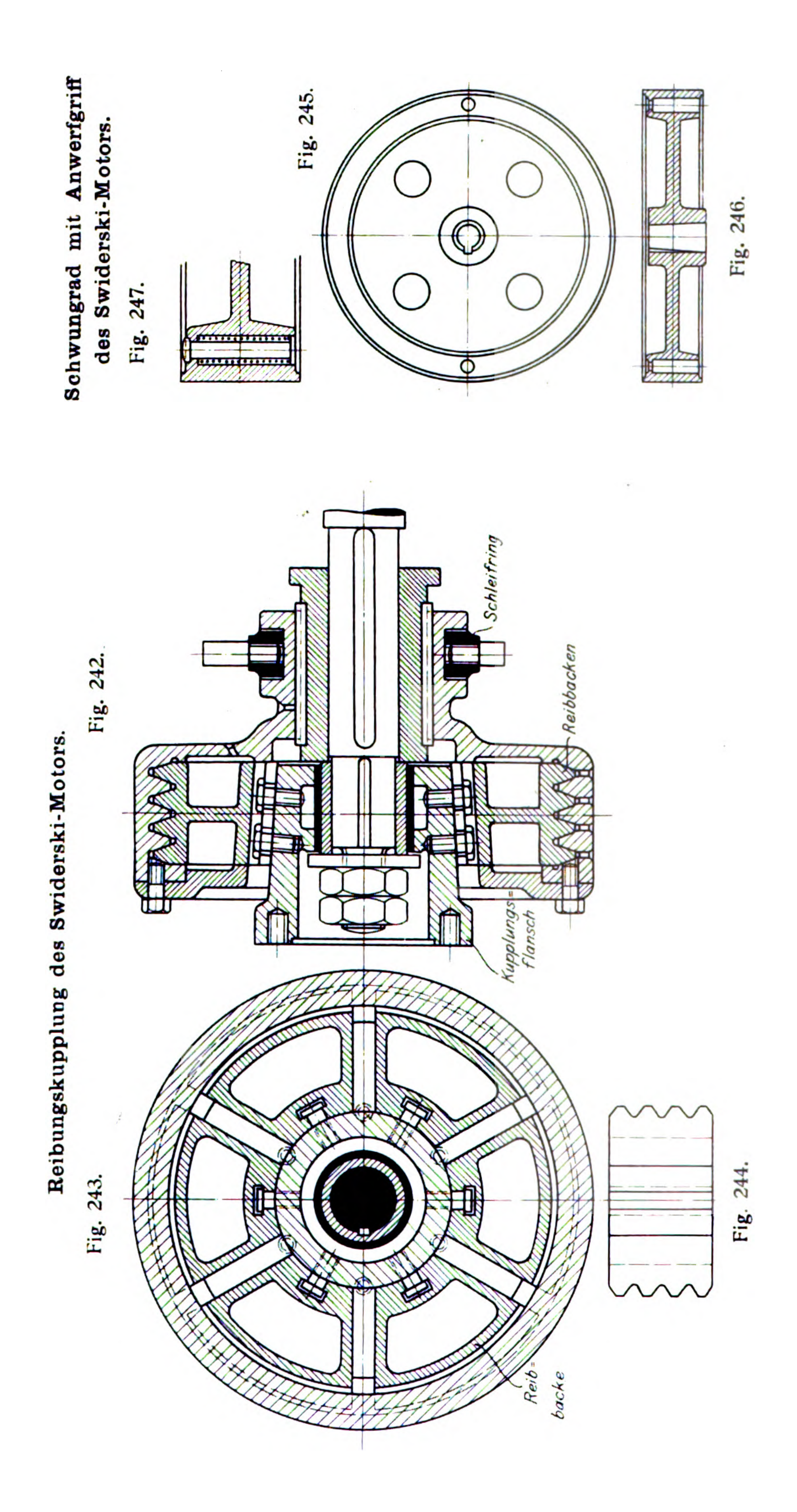


Fig. 239. Fig. 240. Fig. 241.

Fig. 239—241.
Fundamentrahmen des Swiderski-Motors.



Schwungrad mit Anwerfgriff des Swiderski-Motors.

Fig. 247. Fig. 245. Fig. 246.

Reibungskupplung des Swiderski-Motors.

Fig. 242. Fig. 243. Fig. 244.

Unter den deutschen Kleinmotoren, deren Einführung in die Seefischerei erfolgverheißend begonnen hat, darf ich die Ausführung der Grade-Motorwerke, Magdeburg, nicht unerwähnt lassen. Auch hier handelt es sich um Glühhaubenmaschinen mit Zweitaktwirkung, und ihre Bauart ist, im ganzen genommen, kaum nennenswert verschieden von der normalen. Was dagegen im einzelnen an diesen Maschinen bemerkenswert ist, will ich kurz kennzeichnen.

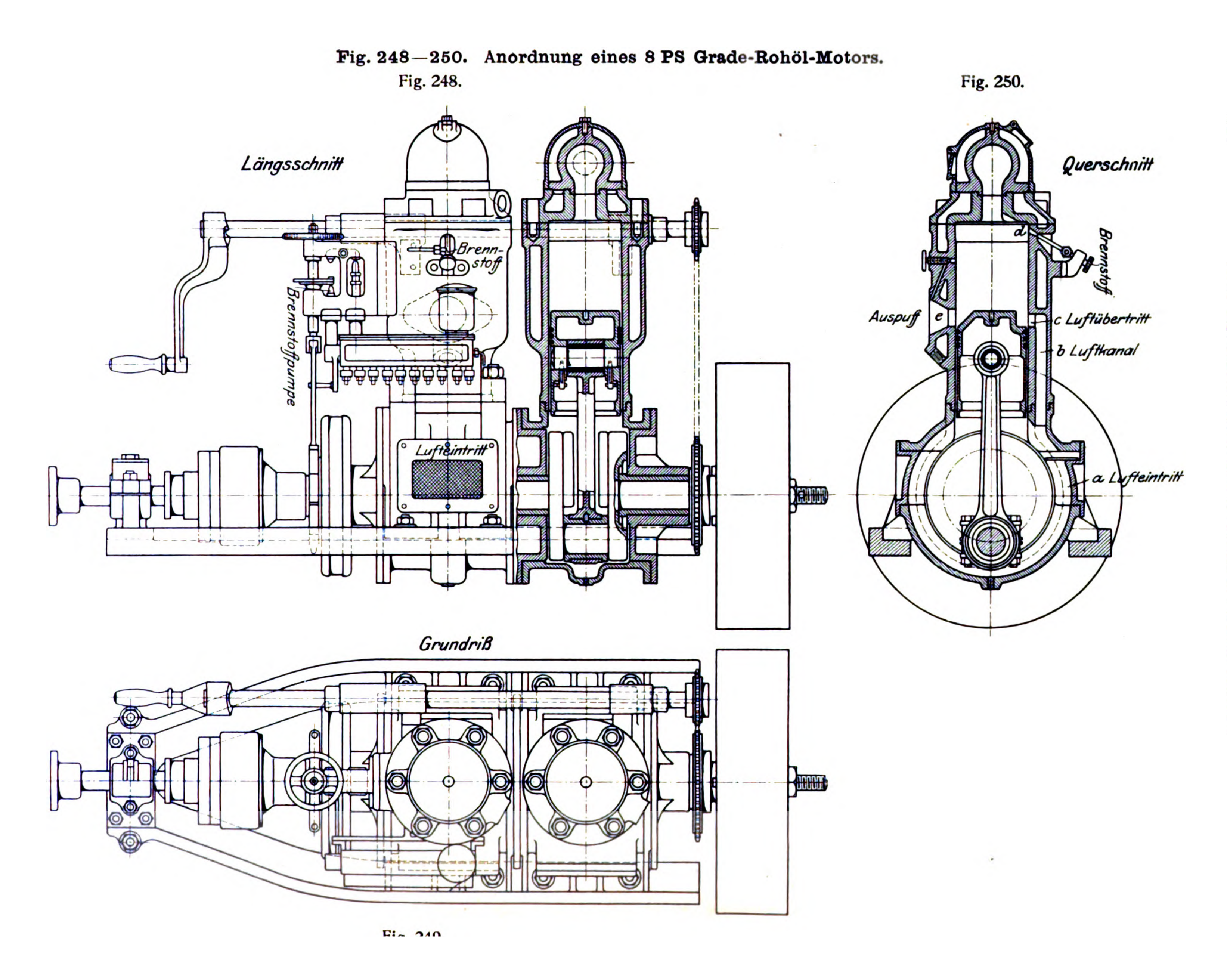
Fig. 248—250 zeigt das Gesamtbild eines zweizylindrigen Grade-Rohölmotors von 8 PS in seiner prinzipiellen Durchbildung. Zylinder, Gehäuse mit Lagern, Triebwerk usw. bieten das gewohnte Bild. Was aber hervortritt, das ist der Antrieb der Brennstoffpumpen in Verbindung mit der Regelung, welche wieder durch einen Regler und von Hand erfolgen kann. Zur selbsttätigen Regelung dient ein Achsenregler, welcher durch Verdrehen den Hub eines Exzenters verändert. Wie diese Wirkung weiter den Pumpenhub beeinflußt, zeigt Fig. 251—252. Den Pumpenkolben betätigt eine Stoßplatte, die an der von jenem Exzenter bewegten Spindel befestigt ist, je nach der Stellung des Exzenters, welche durch den Regler bestimmt wird, einen andern Weg macht und einen veränderlichen Hub der Pumpe hervorbringt. Neben der selbsttätigen Regelung kann auch eine solche von Hand gleichzeitig einhergehen. Zu dem Zwecke ist die Stoßplatte mit einer schiefen Ebene ausgestattet (Fig. 259—260), und sie ist drehbar mit der ganzen Spindel, auf welcher sie befestigt ist. In dem Verbindungskopf, welcher die Spindel mit dem antreibenden Exzenter verbindet, hat man diese drehbar gelagert (Fig. 253). Unschwer ist aber einzusehen, daß durch Verdrehen der keiligen Stoßplatte von Hand ebenfalls der Pumpenhub verstellt wird, womit auch Leistung und Tourenzahl sich wunschgemäß ändern. Diese Regelung hat sich im Betriebe sehr gut bewährt; namentlich wirkt die Selbstregelung vorzüglich schnell und sicher; dieser Vorteil ist wesentlich der direkten präzisen Wirkung des Achsenreglers zuzuschreiben.

Ein anderes Detail, auf dessen Verwendbarkeit schon vorher verwiesen wurde, ist hier ebenfalls zur Ausführung gelangt. Das ist der Dichtungsring zum Abdichten der Grundlager gegen das Gehäuse; aus Fig. 261—264 ist die Konstruktion ohne weiteres verständlich.

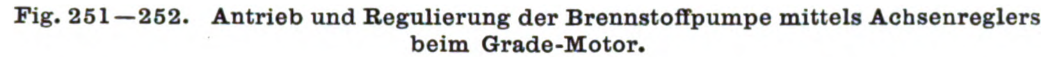
Größere Fischerei-Motore.

Die vorbesprochenen Motore sind Beispiele von Ausführungen für den Fischerei-Kleinbetrieb. Dieser wird ausgeübt in der Nord- und Ostsee auf Fahrzeugen, welche bezeichnet werden als Kutter, Quasen, Quatzen usw. Wenn jetzt von Großmotoren in der Fischerei die Rede sein soll, so ist diese Bezeichnung nur relativ aufzufassen;

Fig. 248—250. Anordnung eines 8 PS Grade-Rohöl-Motors.



denn für den Seefischereibetrieb kommen eigentliche Großmaschinen von 1000 PS und mehr überhaupt nicht in Frage. Bei der hier getroffenen Unterscheidung handelt es sich allein darum, von den bereits behandelten Kleinmotoren die Ausführungen zu trennen, welche geeignet sind für größere Fahrzeuge, wie Ewer, Kutter, Heringslogger, Fischdampfer.


Fig. 251—252. Antrieb und Regulierung der Brennstoffpumpe mittels Achsenreglers beim Grade-Motor.

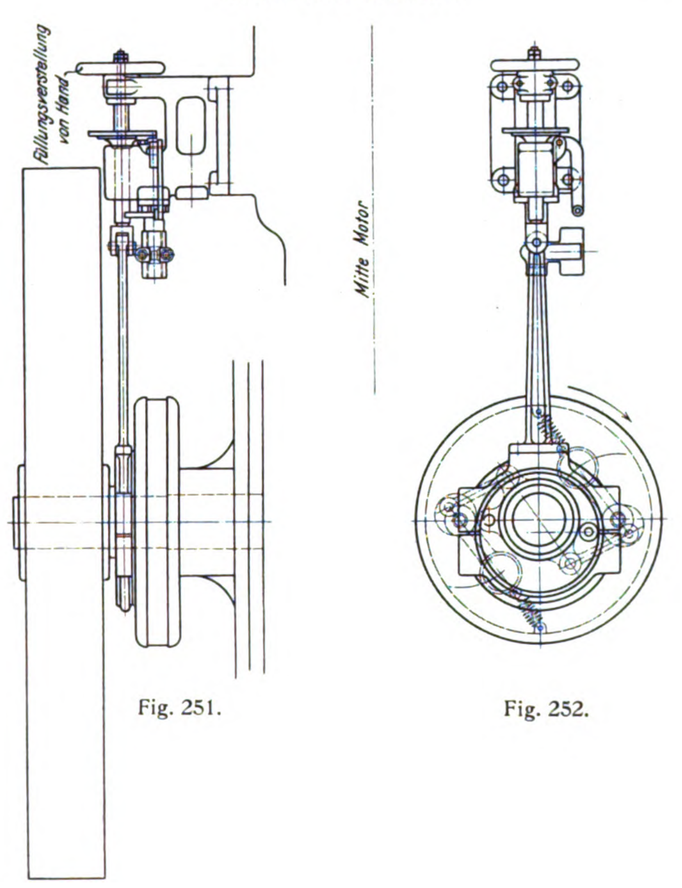


Fig. 251. Fig. 252.

In Hinsicht der Leistung liegt die Grenze etwa bei 30 PS, bis wohin die Kleinmotore zählen; von da ab beginnen die Großmotore; doch ist hinzuzufügen, daß Leistungen zwischen 30 und vielleicht 60—70 PS unter deutschen Verhältnissen für die Seefischerei zunächst wenig oder garnicht in Frage kommen. Erst darüber hinaus liegen die Größen von Motoren, welche auf den bereits erwähnten größeren Fahrzeugen verwendbar sind.

Die richtige Größe des Motors zu finden erfordert im Fischereibetrieb ein sehr vorsichtiges Kompromiß. Das gilt ganz besonders unter Berücksichtigung

der Wirtschaftlichkeit des Betriebs. Grundsätzlich muß man die kleinste brauchbare Größe des Motors anstreben, da dabei meistens alle Kosten erheblich sinken. Doch wird dieses Streben wieder beengt durch die unvermeidlichen Rücksichten auf die Sicherheit des Fahrzeuges im Seegang und auf eine ausreichende Geschwindigkeit, um die erforderlichen Wege in Zeiten zurückzulegen, welche vom

Fig. 253—260. Brennstoffpumpe des Grade-Motors mit Antrieb.

Fig. 253. Fig. 254. Fig. 255. Fig. 256. Fig. 257. Fig. 258. Fig. 259. Fig. 260.

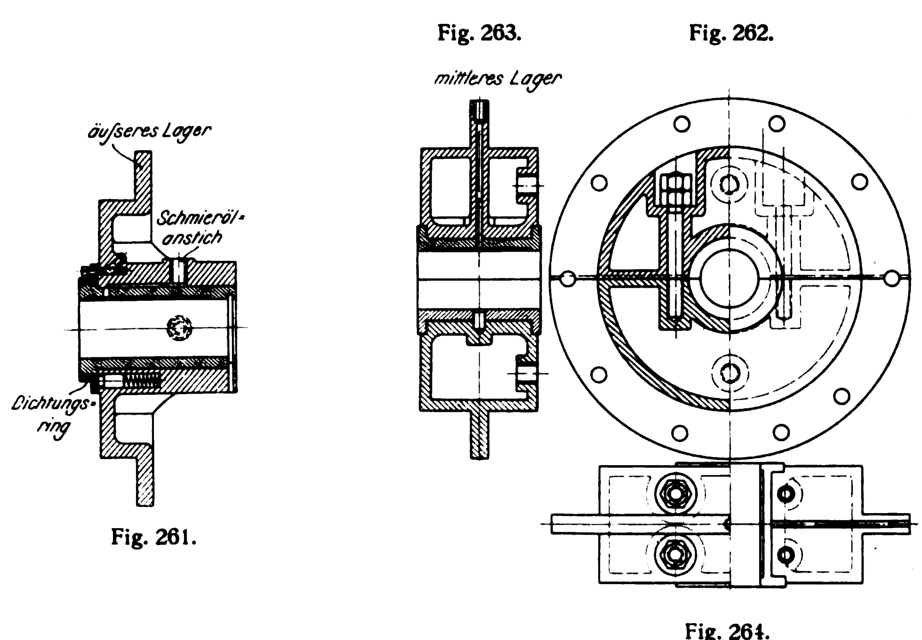
wirtschaftlichen Standpunkt als nicht zu lang erscheinen. Alle diese Forderungen richtig gegeneinander abzuwägen, ist häufig keine einfache Aufgabe. Namentlich wenn man bedenkt, daß die Beziehung zwischen Leistung und Widerstand bezw. Geschwindigkeit des Fahrzeuges von vornherein oft schlecht zu beurteilen ist.

Was nun die Verwendung größerer Motore in der Fischerei anlangt, so sind unsere Erfahrungen diesbezüglich noch recht dürftig. Und auch das Ausland steht in dieser Hinsicht nicht viel günstiger da. Die Firma F r e r i c h s & C o., O s t e r - h o l z - S c h a r m b e c k, hat das Verdienst, zuerst versucht zu haben, deutsche

Heringslogger mit Motoren von etwa 90 PS zu versehen. Über die Motore, welche hierzu dienten, wurde bereits früher berichtet. Der Versuch ist noch nicht abgeschlossen, und seine Ergebnisse stehen daher noch aus.

Im allgemeinen sind unsere Fischereigesellschaften nicht eben geneigt, auf ihren größeren Fahrzeugen Motore einzuführen. Sie verhalten sich naturgemäß abwartend gegenüber einer neuen Sache, welche nicht billig ist und deren Erfolg man nicht sogleich mit den Händen greifen kann. Niemand will sich recht vorwagen, und der Bedenken, die in einem solchen Zeitpunkt der Entwicklung uns Deutschen

Fig. 261—264. Kurbelwellenlager des Grade-Motors mit Kurbelkastendichtung.



immer so nahe liegen, sind auch hier durchaus nicht wenige. Am meisten, wie gesagt, werden die Kosten gefürchtet; aber ohne die geht's eben nicht; als ob nicht jeder technische Fortschritt zunächst einmal Geld kostete. Ja, sagt man, wenn man die Sicherheit hätte, daß es ein Fortschritt wäre! Aber wie viele große Neuerungen gibt es denn, wo diese Sicherheit von vornherein feststeht. Auch noch andere Bedenken werden bisweilen laut; z. B. hörte ich einmal die Befürchtung aussprechen, daß vielleicht der Hering, der leicht Geruch annimmt, von dem Petroleum an Bord leiden könnte. Es lag dabei wohl die Vorstellung zugrunde, als ob sich im Maschinenraum Petroleumdunst bilde, der dann auch die anderen Räume und die Fische erreicht; oder man dachte vielleicht direkt an flüssiges Petroleum, welches irgendwie frei zutage trete und mit allem an Bord in Berührung kommen könnte. Daß diese

Bedenken hinfällig, zum wenigsten bei der einfachsten Vorsicht, bedarf vor Sachverständigen kaum der Erörterung. Sonst müßte der Hering heute schon Geruch oder Geschmack annehmen; denn es gibt von jeher Petroleum und anderes an Bord solcher Fahrzeuge, womit bei ungenügender Vorsicht der Fisch in Berührung kommen kann; aber ich hörte noch nie ernstlich klagen, daß es schwierig sei, dies zu verhindern.

Nach dem Vorstehenden kennzeichnet der jetzige Zustand in betreff der Einführung größerer Motoren in die Seefischerei ein Stadium, wo die Entwicklung zögert oder stockt und sich anscheinend nicht allein vorwärts helfen kann. Ein kräftiger Impuls erscheint darum geboten und würde vielleicht auch diese Frage mit einem Schlage klären. Dazu wäre aber nichts dienlicher wieder als ein neuer Wettbewerb, dem unsere großen Motorenfirmen gewiß Interesse entgegen bringen würden. Diesmal wäre die Sachlage in einer Beziehung viel einfacher, als beim Wettbewerb der Kleinmotore: geeignete Maschinen sind nicht mehr wie damals aus den Anfängen zu entwickeln und zu erproben, sondern wir besitzen bereits brauchbare Ausführungen, die hierfür direkt in Frage kommen.

Ich glaube, daß man auf solche Weise der Seefischerei wieder einen großen Dienst erweisen könnte. Auch bin ich überzeugt, daß das Geld, welches hierfür Verwendung fände, weit fruchtbarer angelegt wäre als alle direkten Zuwendungen, die doch in letzter Linie weniger anregend als erschlaffend wirken und meistens wenig Fortschritt bringen.

Als Motore für die Großfischerei, die in der Hauptsache gleichbedeutend ist mit der Hochseefischerei, sind nur Rohölmaschinen mit selbstwirksamer Zündung brauchbar. Denn was bei den Kleinmotoren aus mehreren Gründen das Zweckmäßigste, das ist hier, allein vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit, unmittelbar notwendig. Die Verwendung von Benzin, Benzol, Spiritus usw. ist für diesen Betrieb viel zu kostspielig und würde jede Wirtschaftlichkeit ausschließen, ganz abgesehen von der Gefährlichkeit, welche bei solchen Ölen auch hier vorhanden ist, mit dem Unterschied allein, daß jede Katastrophe von weit schwereren Folgen begleitet sein müßte.

Bei diesen größeren Motoren spielt auch die Höhe des Brennstoffverbrauchs eine noch erheblichere Rolle als im Kleinbetrieb, und die Wirtschaftlichkeit verlangt, auf einen möglichst geringen Verbrauch bedacht zu sein. Ganz folgerichtig gewinnt somit der Gleichdruckmotor die meiste Anwartschaft auf diesen Betrieb, allerdings mit der Einschränkung, daß nur solide, einfache und wohlfeile Ausführungen solcher Motoren brauchbar sind, welche keine zu hohe Amortisation und Verzinsung erfordern und sich auch billig in der Bedienung und Unterhaltung



stellen. Gerade der Einfachheit und Billigkeit wegen sind für Logger und ähnliche Fahrzeuge, also für die kleinsten der hier erforderlichen Maschinengrößen, vielleicht sogar Glühhaubenmotore noch wettbewerbsfähig, wenn sie nur vollvommen sicheren Betrieb und ausreichend niederen Brennstoffverbrauch ergeben. In letzterer Beziehung vermag eine gute Ausführung des Glühhaubenmotors schon einige Erwartungen zu erfüllen. Bei solcher ist es wohl erreichbar, daß zwischen 10 und 100 PS der Verbrauch an Rohöl etwa schwankt zwischen 350 und 250 g/1 PSe-Stunde. Dann ist allerdings möglichst hoch zu verdichten, und Frühzündungen müßten fortfallen. Das aber ist bei den größeren Leistungen ziemlich schwierig und vielleicht kaum anders zu erreichen, als dadurch, daß man die übelbeleumundete Wassereinspritzung wieder verwendet.

Nur wenige deutsche Fahrzeuge der Hochseefischerei, wie gesagt, wurden bisher mit Motoren ausgerüstet. Abgesehen von den Ausführungen der Firma Frerichs, über welche bündige Erfahrungen noch nicht vorliegen, sind nur ein paar alte Segellogger mit Glühhaubenmotoren vorhanden. Eins dieser Fahrzeuge wurde mit Motor alt in Dänemark gekauft; ein anderes, ein älterer deutscher Logger, wurde nachträglich verlängert und erhielt dabei einen holländischen Cromhout-Motor zum Antrieb.

Was unsere Fischdampfer betrifft, so liegt bisher nicht der geringste Versuch vor, solche Fahrzeuge mit Motoren zu betreiben.

Bei derartigem Mangel an bewährten Ausführungen von Motoren für die Fahrzeuge der Hochseefischerei erscheint eine Anlage immerhin bemerkenswert, welche zwar in kein eigentliches Fischereifahrzeug eingebaut wurde, aber doch in ein Boot mit verwandtem Betrieb. Das betrifft einen Dieselmotor mit Viertaktwirkung, den die G. M. F. Deutz für ein Fahrzeug der Biologischen Anstalt Helgoland geliefert hat. Die Maschine ist überdies mit der Absicht gebaut, sie weiterhin auch für Logger zu verwenden. Sie entspricht auch völlig befriedigend den Anforderungen, welche, wie erwähnt, an Motoren für diesen Zweck gestellt werden müssen.

Die Hauptdaten des Motors sind:

Viertakt-Dieselmotor von 75 PS der G. M. F. Deutz, Köln-Deutz:

Zylinderzahl	= 3,
Zylinderdurchmesser.	= 240 mm,
Kolbenhub	= 320 mm,
Normale Tourenzahl	= 350 Min.,
Normalleistung	= 75 PS,



hieraus folgt durch Rechnung die

mittlere Kolbengeschwindigkeit . . . = 3,73 m

und ein mittlerer effektiver Druck

bei Normalleistung . . . . = 4,43 Atm.

Die Fig. 265—268 sind Schnitte und Ansichten der gesamten Maschine; sie zeigen alles Wesentliche in der Anordnung der hauptsächlichen Bauteile. Seitlich neben den Zylindern ist auf der einen Seite der zweistufige Luftkompressor untergebracht; derselbe wird direkt angetrieben mittels einer besonderen Kröpfung der Kurbelwelle (Fig. 265). Gleich neben der Kompressorkurbel, also noch im Gehäuse, ist auf der Welle ein direkt angeschmiedetes Exzenter vorgesehen, welches die Kühlwasser- und Lenzpumpe betreibt. Auf der anderen Seite der Arbeitszylinder liegt der Steuerungsantrieb. Eine vertikale Zwischenwelle wird, vom letzten Kurbellager aus, durch Schraubenräder getrieben und überträgt diese Bewegung auf eine horizontale Steuerwelle, welche, wie gewöhnlich bei diesen Motoren, oben neben dem Zylinderdeckel untergebracht ist. Auch der Antrieb der vier Ventile für jeden Zylinder, Einlaß-, Brennstoff-Auslaß- und Anlaßventil, geschieht wie immer durch doppelarmige Rollenhebel, welche auf dem Zylinderdeckel gelagert sind. Neben jedem Zylinder befindet sich seine Brennstoffpumpe; alle drei Pumpen werden aber durch eine gemeinsame Regulierwelle vom Regler beeinflußt; letzterer sitzt oben auf der Zwischenwelle der Steuerung. Die Reglung erfolgt wie gewöhnlich beim Dieselmotor, indem man das Saugventil der Brennstoffpumpe verschieden lange öffnet und dadurch die Brennstoffmenge der erforderlichen Leistung entsprechend ändert. Der gleiche Vorgang kann auch durch Verstellung von Hand ausgeführt werden. Die Steuerung ist die übliche wie für ortsfeste Maschinen; daher ist der Motor nicht direkt umsteuerbar. Vielmehr ist eine Umsteuerschraube verwendet, welche für diese Größe noch durchaus brauchbar ist und jedenfalls auch hier die einfachste Lösung der Umsteuerung ergibt. Seitlich am Kompressor sind noch unmittelbar die Kühler und Reiniger für Hoch- und Niederdruckluft angeordnet, wie Fig. 265 zeigt.

In den Darstellungen Fig. 269—312 sind auch die wichtigsten Einzelheiten wiedergegeben. Die Mäntel der drei Arbeitszylinder sind mit dem gesamten Gehäuse zu einem Stück zusammengegossen und dann die Laufzylinder natürlich eingesetzt. Alle Kühlmäntel stehen in direkter Verbindung miteinander. Das Gehäuse hat oben eine feste gewölbte Decke; es ist kräftig gehalten, überall gut versteift, mit großen Zugangsöffnungen versehen usw. (Fig. 269—288).

Ein schwieriges Gußstück ist wie immer der Zylinderdeckel (Fig. 289—297); derselbe ist aber durchaus vorsichtig und geschickt durchgebildet worden. Die großen und bequemen Reinigungsluken an den Seiten sind sehr zweckmäßig.



Fig. 265—268. Gesamtanordnung des 75 PS Deutzer Dieselmotors.

Brennstoffventil

Fig. 266. **Schnitt durch Kompressor.**

Fig. 267. Ansicht von Schwungradseite.

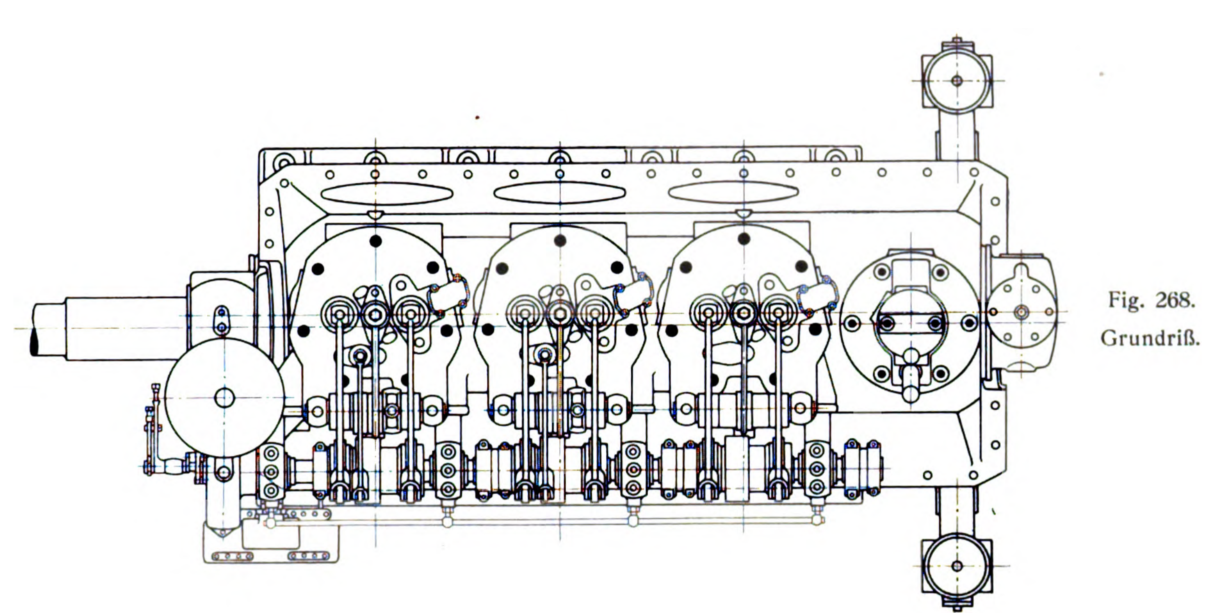


Fig. 268.
Grundriß.

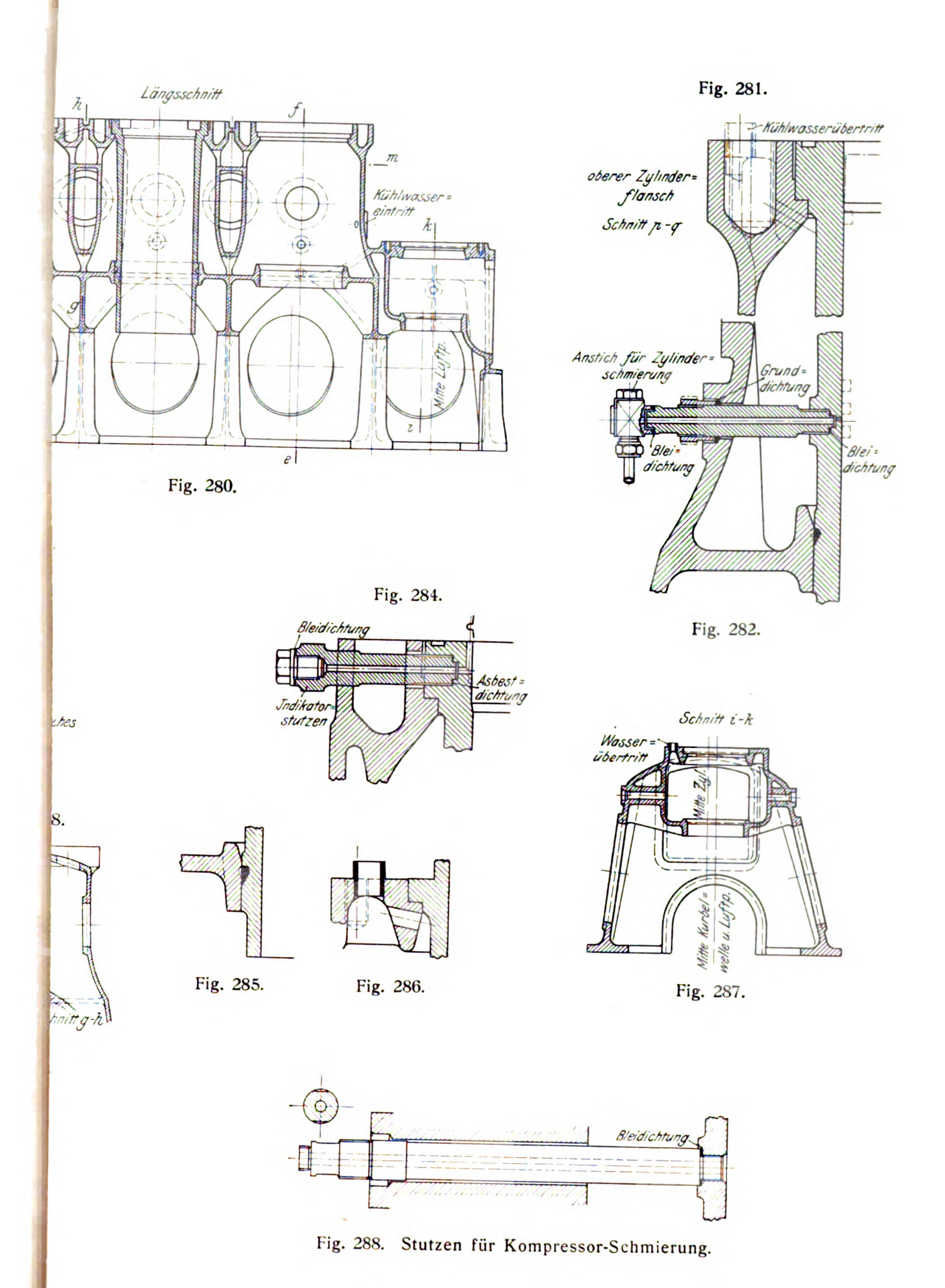


Fig. 280.

Fig. 281.

Fig. 282.

Fig. 284.

Fig. 285.

Fig. 286.

Fig. 287.

Fig. 288. Stutzen für Kompressor-Schmierung.

tte c

Fi

nitt c

Fi

Fig

vorgr

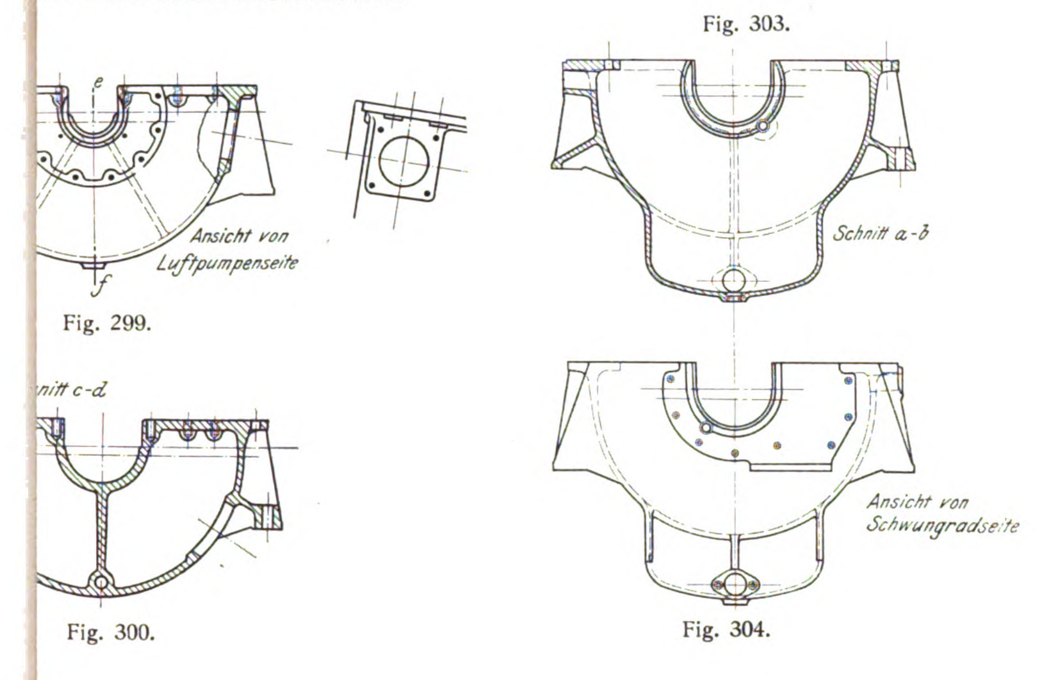


Fig. 299.

Fig. 300.

Fig. 303.

Fig. 304.

Fig. 305—312. Kurbelwelle des Deutzer Dieselmotors.

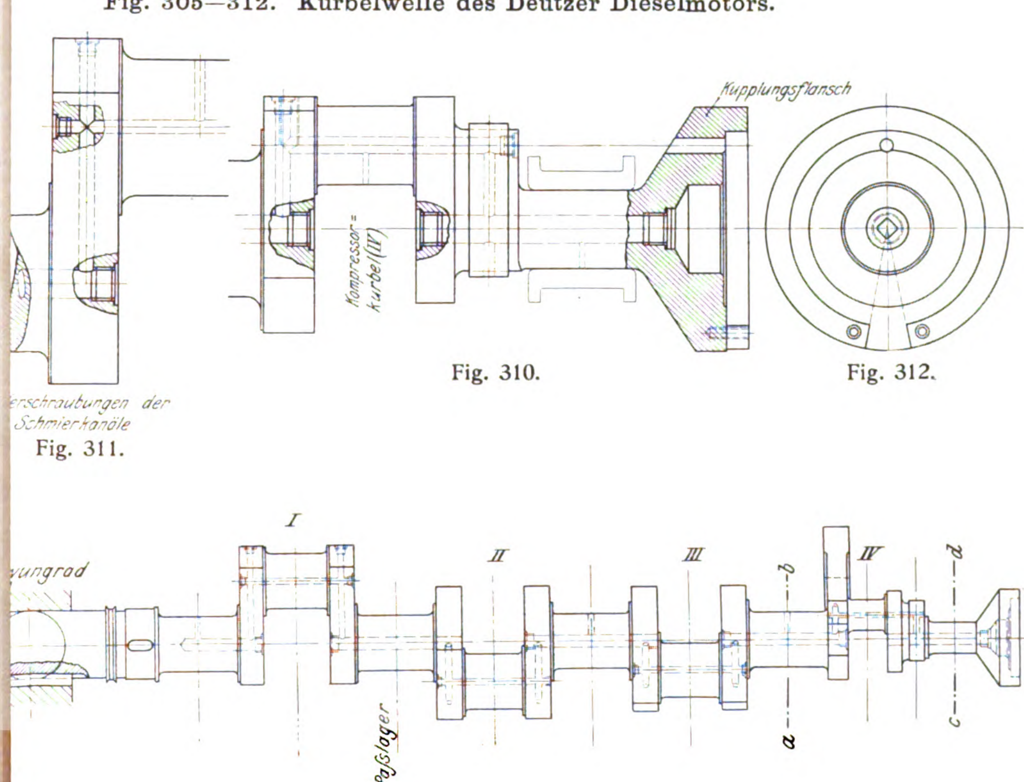


Fig. 311.

Fig. 310.

Fig. 312.

Fig. 305.

Die Grundplatte ist in den Fig. 298—304 wiedergegeben. Sie hat ebenfalls eine sehr kräftige und steife Ausführung erhalten. Bemerkenswert ist der Sammeltrog für das Schmieröl, welcher an einem Ende unter der Kurbel angeordnet ist und aus welchem die Preßölpumpe das Schmieröl absaugt und wieder in normaler Weise durch die durchbohrte Kurbelwelle in alle Lager und auch zu den Kolbenbolzen drückt.

Ein interessantes Detail ist ferner die Kurbelwelle (Fig. 305—312).

Ich möchte weiter noch kurz zurückgreifen auf die Konstruktion der Ventile, die aus der Gesamtdarstellung Fig. 265 hervorgeht. Auch hierbei versuchte man möglichst zu vereinfachen, aber augenscheinlich doch mit dem Bewußtsein, daß die Sicherheit darunter nicht leiden dürfe. Das wurde im wesentlichen wohl erreicht. Vermieden ist der Ventileinsatz vom Lufteinlaßventil, und, um das Ventil loszunehmen, muß daher zunächst der Deckel entfernt werden. Für das Ansaugventil ist eine solche Durchbildung angängig, weil es durch die Luft energisch gekühlt wird und deshalb zu häufigeren Störungen kaum Anlaß gibt. Mit Recht aber erhielt das Auspuffventil einen besonderen Einsatz, der noch dazu so weit wie möglich mit Wasserkühlung versehen wurde. Dieses Ventil zeigt im Betrieb das weit schwierigere Verhalten; seine Zugänglichkeit muß die denkbar beste sein; sonst sind Betriebsunterbrechungen unvermeidlich. Darauf wurde hier also hinreichend Rücksicht genommen.

Daß die Schmierung des Motors durchgehends als Druckschmierung ausgebildet ist, ganz so, wie es bei Dieselmotoren überhaupt üblich, wurde bereits bei dem obigen Hinweis auf die Ölpumpe angedeutet.

Alles ist somit geschehen, um dieser Maschine neben hinreichender Einfachheit doch die erforderliche Sicherheit zu verleihen. Sie blieb aus diesem Grunde auch von einer komplizierten Umsteuerung frei. Die Drehflügelschraube, welche zum Umsteuern verwendet wird, ist für Anlagen dieser Größe noch völlig geeignet und an Einfachheit jedenfalls unübertrefflich. Demnach wird dieser Motor nicht nur bei seiner ersten Verwendung alle berechtigten Anforderungen erfüllen können, sondern auch weiterhin in der eigentlichen Seefischerei ein brauchbarer Typus werden.

III. Motoranlagen auf Fischereifahrzeugen.

Der Einblick in dieses Gebiet wäre sehr wenig vollständig, wenn die gesamte Motoranlage und ihr Zusammenhang mit dem Fahrzeug dem Kreise unserer Betrachtungen fernbliebe.



Der Ausbreitung der Motorfischerei war es von vornherein sehr förderlich, daß der Motor die relativ geringsten Schwierigkeiten bietet, ihn auch in alte vorhandene Fahrzeuge einzubauen. Dieses gilt in besonderem Maße bezüglich der Kleinbetriebe, wo die Änderungen am Boot, die für den Einbau des Motors erforderlich sind, meistens ganz unwesentlich erscheinen. Das kommt in der Hauptsache daher, daß der Platzbedarf des Motors so klein ist und dieser meistens ohne nennenswerten Eingriff in die Raumeinteilung sofort verfügbar wird. Wenn ein Kleinmotor in ein altes Fahrzeug eingebaut werden soll, so sind für gewöhnlich nur die Fundamente zu schaffen, hierfür nur neue Hölzer vorzusehen oder die alten zu verstärken, und es ist ferner der Wellendurchtritt durch den Achtersteven einzurichten, eine Arbeit, die selten viel Zeit und Kosten erfordert. Neue Motorfahrzeuge für die Kleinfischerei sind bisher noch wenig gebaut worden und werden erst in dem Maße notwendig sein, wie sich die Fischerei ausbreitet, wobei der Erfolg des Motors in den alten Booten natürlich entscheidend mitsprechen wird. Die Vorteile des Motors für diesen Betrieb und die erwähnte Einfachheit des nachträglichen Einbaues sind die wichtigsten Momente, welche es erklären, warum die Motorfahrzeuge unserer Kleinfischerei in kurzer Zeit an Zahl so erheblich gewachsen sind. Hierfür liefert die folgende Tabelle den zahlenmäßigen Nachweis:

Zahl der Motore in der deutschen See- und Küstenfischerei in den Jahren 1903—1911.

	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Zahl der Motor-Fischereifahrzeuge	8	23	29	32	49	77	142	211	487
Zahl der Motor-Fischereiaufsichtsfahrzeuge	6	7	8	9	10	11	15	15	17

Was die Fahrzeuge im allgemeinen betrifft, so hat gerade die Entwicklung des Motorbetriebs auch die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, wie vieles hier noch in schiffbaulicher Hinsicht besonders rückständig ist und wie sehr darin Abhilfe durch die Technik nottut. Hierbei eingehend zu verweilen, liegt außerhalb des Bereichs dieser Arbeit; doch will ich meine Behauptung mit wenigen kurzen Bemerkungen begründen.

Unser Kleinschiffbau, abgesehen vom Yachtbau, ist vielfach in ziemlich trostloser Lage. Es fehlt ihm an einträglicher guter Beschäftigung, und er fristet infolgedessen im ganzen ein kümmerliches Dasein. Die Einführung des Eisenschiffbaus und der Rückgang der Segelschiffahrt haben ihn rasch zum Verfall gebracht. Es ist heute nichts übrig als ein kleines, einfaches Handwerk, das meistens noch un-

berührt ist von den Fortschritten der modernen Schiffbautechnik. Der Besitzer einer solchen Kleinschiffswerft führt den klingenden Namen Schiffbaumeister für gewöhnlich zu Unrecht; er ist fast immer ein einfacher Handwerker und als solcher vielleicht recht tüchtig und ehrenwert; aber er ist im allgemeinen wenig fähig zu dem, worauf es hier ankommt: zur Ingenieurarbeit. Er arbeitet ohne Zeichnungen, er baut seine Fahrzeuge nach Schablonen (Mallen) und meistens nach alten überlieferten Formen, die immer dieselben bleiben und kaum jemals dem Zweck entsprechend geändert werden. Seine Vorbilder stammen vielfach bei Fischereifahrzeugen aus dem Norden, von wo ihm außerdem eine sehr lebhafte und drückende Konkurrenz kommt, die leider auch noch bisweilen die passive Unterstützung von Behörden findet. Auch hier die deutsche Arbeit zu schützen gegen das Ausland, sie neu zu beleben durch Zuführung von technischer Intelligenz und Zuwendung von Aufträgen, das ist eine zwingende staatsbürgerliche Pflicht, der sich aber um so weniger die maßgebenden Behörden werden entziehen können.

Daher kommt es also, daß zunächst die Formen unserer Fischereifahrzeuge, wenn auch nicht immer schlecht, so doch der Verbesserung fähig und auch wohl meistens bedürftig sind. Sie sind zum mindesten veraltet; denn sie stammen häufig aus einer weit zurückliegenden Zeit. Ein vielbenutzter Fischkutter der Ostsee wird seit langem auf Bornholm gebaut und von dort direkt durch unsere Fischer bezogen. Dieser Kutter, der nach dem dänischen Muster neuerdings auch in Deutschland erzeugt wird, ist der Typ eines alten norwegischen Lotsenkutters, der etwa dem Anfang des vorigen, vielleicht sogar dem Ende des vorvorigen Jahrhunderts entstammt. Ist diese Form auch jedenfalls seit langer Zeit bewährt, so wird doch nicht daran zu zweifeln sein, daß sie verbesserungsfähig ist. Das bestätigen schon die Linien eines solchen Fahrzeuges (Fig. 313—315). Durch günstigere Formgebung lassen sich die Seefähigkeit, die Geschwindigkeit, die Wirtschaftlichkeit solcher Fahrzeuge ganz gewiß erheblich vermehren. Bei dieser Formgebung spielt jetzt auch noch der Motor mit; das Fahrzeug muß für Segel- und Motorbetrieb oder für Motorbetrieb allein vorteilhaft gestaltet sein. Das führt natürlich zu Kompromissen, die mehr noch als bisher zu neuen Formen drängen.

Außer der Formgebung sind es auch andere Fragen des Schiffbaues, welche bei Fischerbooten einer besseren Lösung bedürfen. Dahin gehört z. B. die Beballastung. Ballast ist bei diesen Fahrzeugen der Stabilität wegen natürlich notwendig. Aber er ist heute meistens in so wenig geeigneter Form und Lage vorgesehen, daß man darüber staunen muß, wie so primitive Einrichtungen ungeachtet des enormen technischen Fortschritts unserer Zeit sich bis heute unverändert erhalten konnten. Der Ballast der Kleinfahrzeuge besteht nämlich meistens aus Steinen,



welche an den verschiedensten Stellen, wo Platz ist im Raum, in der Piek, auf dem Boden, sogar auf dem Bündeck usw. gelagert werden, die Festigkeit beeinträchtigen, kostbaren Raum verbrauchen, den man besser verwerten könnte, leicht überall im Wege sind und doch ihren Zweck nur mangelhaft erfüllen. Wie solcher Ballast oftmals im Boot hin- und hergepackt wird, fast unbekümmert um die Wirkung, wie er beim Stranden schädlich, wie er beim Aufsitzen herausgeworfen wird, um zu leichtern, und dabei eventuell nicht wieder erneuert wird, das sind Dinge, welche diese Art des Ballasts wenig empfehlen und auf anderweitigen Ersatz drängen, wo immer es angängig ist. Vom technischen Standpunkt liegt der Ballast viel richtiger im Kiel (Fig. 316), wo sein Einfluß auf die Stabilität weit günstiger ist und wo ein geringeres Gewicht dieselbe Wirkung hat als ein größeres anderswo, dabei aber für das im übrigen unveränderte Boot einen größeren Freibord, also eine vermehrte Seefähigkeit ergibt. Mit diesen technischen Erwägungen müssen andere, welche einer Änderung des Ballastes etwa entgegenstehen, in Einklang gebracht werden.

Andere Fragen, die in bezug auf Kleinfischerboote noch der Klärung bedürfen und in manchem sicher Verbesserungen gestatten, betreffen die Raumausnutzung und -einteilung, die Einrichtungen für die Bedienung der Segel, des Ruders, der Netze usw. Namentlich ist es die Frage der Hilfsmaschinen, welche oft eine arge Vernachlässigung erfahren hat und dem Fischer das Handwerk gründlich erschweren kann. Meistens allerdings empfindet er das nicht einmal so sehr und, bescheiden wie er ist, gibt er sich mit den alten vorweltlichen Einrichtungen still zufrieden. In der Tat, an Bord solcher Fahrzeuge gibt es bisweilen Dinge, die lange schon vor Beginn unserer Zeitrechnung ganz ebenso ausgesehen haben mögen und kaum verändert noch heute benutzt werden. Sah ich doch jüngst auf einem größeren Boot, das durch einen 25 pferdigen Bronsmotor betrieben wird, eine Ankerwinde stehen, welche noch mit Handspaken bewegt wird und von der Fig. 318–319 eine Vorstellung geben. Kaum anders können Einrichtungen beschaffen gewesen sein, welche schon die alten Ägypter vor 5000 Jahren zum Bau der Pyramiden verwendet haben. Gar seltsam berührte da der Gegensatz zwischen jener alten Winde und einem der modernsten Erzeugnisse der Technik, dem Bronsmotor, der in unmittelbarer Nähe stand.

Die Aufgabe, für wichtige Zwecke Winden vorzusehen und richtig anzuordnen, um dadurch den Betrieb zu vereinfachen und zu erleichtern, ist auch in anderen Fällen häufig sehr mangelhaft gelöst. Es kommt vor, daß selbst auf den größeren von diesen Kleinfischerbooten eigentliche Anker- und Netzwinden fehlen und daß man sich notdürftig behilft mit einer einzigen kleinen Handwinde, die



Fig. 315.

Fig. 313—315. Linienriß von „Rügenwaldermünde 17“

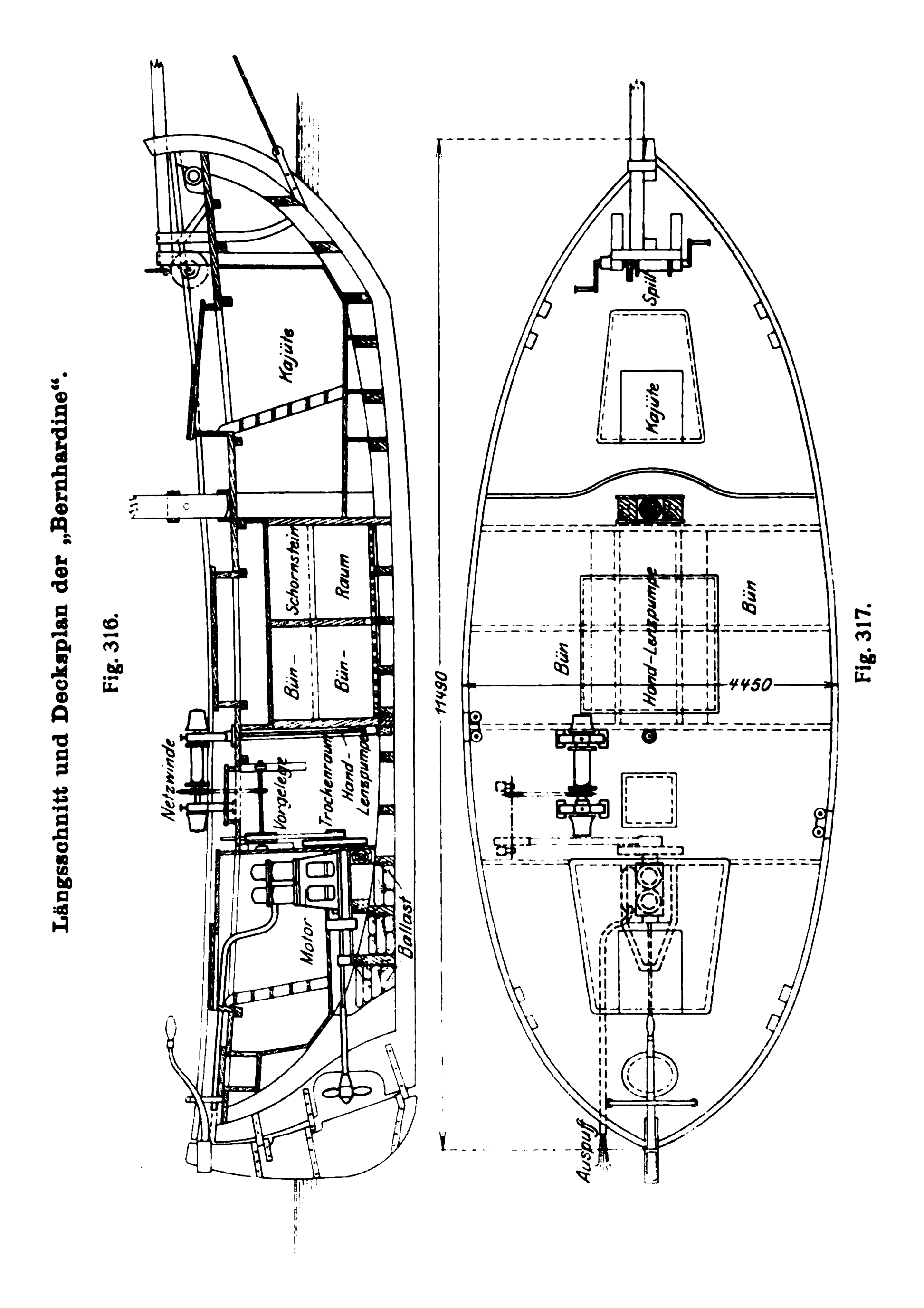
Fig. 313.

Fig. 314.

Alte Ankerwinde.

Fig. 319.

Fig. 318.



Längsschnitt und Decksplan der „Bernhardine“.

Fig. 316.

Fig. 317.

hinter dem Mast steht und normal dem allgemeinen Schiffsbetrieb, zum Setzen der Segel usw., dienen soll. Winden solcher geringen Größe und zweckentsprechender Bauart sind dazu oft in Deutschland schwer zu haben, und es ist bezeichnend, daß auch hierbei die dänische Kleinindustrie mit einfachen, sachgemäßen und preiswerten Erzeugnissen aufwarten kann.

Nach den vorstehenden Ausführungen ist das folgende klar: auch die Schiffbautechnik findet in der Seefischerei noch ein reiches Feld der Betätigung, und je schneller und wirksamer diese erfolgt, desto eher wird das Gewerbe technisch und wirtschaftlich die Höhe erreichen, welche man ihm seiner Bedeutung entsprechend nur wünschen kann. Dabei ergeben sich ganz verschiedene Aufgaben, je nach den speziellen Zwecken, denen die Fahrzeuge zu genügen haben, und entsprechend sind auch die Lösungen wechselnd und ganz individuell. Je nach der Art des Fangbetriebs, der Küsten, Häfen, Fanggründe ändern sich die Ansprüche an die Einrichtung, die Größe, die Geschwindigkeit usw. des Fahrzeuges oft nicht unwesentlich, und dazu kommen noch oft von Ort zu Ort wechselnde persönliche Anschauungen. Dieses alles hat heute die Wirkung, daß nicht nur starke Unterschiede zwischen den Fahrzeugen der Nord- und Ostsee bestehen, sondern daß z. B. auch an zwei weiter entfernten Punkten der Ostsee allein solche erheblichen Abweichungen vorhanden sind. Dieser Unterschied aber wird es dem Ingenieur immer erschweren, seine Aufgabe allgemein zu erfassen, und er wird ohne ausreichende Spezialerfahrungen nie Brauchbares leisten können. Ob es möglich sein wird, größere Einheitlichkeit allmählich zu schaffen, ist eine Frage, die erst die Zukunft lösen kann.

Auch die Aufgabe, in diesen Fahrzeugen Motor und Zubehör zu einer brauchbaren, sachgemäßen Anlage zu verbinden, ist nicht immer sehr leicht, und es kommt auch hierbei oftmals zu recht individuellen Lösungen. Dahin führt namentlich die Frage der Hilfsmaschinen, auf deren Art, Anordnung und Antrieb es wesentlich ankommt. Diese Frage erscheint überhaupt, wie bereits erwähnt, als eine der schwierigsten. Am einfachsten ist sie noch zu lösen bei den Kleinfahrzeugen, wo die unmittelbare mechanische Übertragung von der Antriebsmaschine aus am ehesten zum Ziele führt. Winden und Pumpen, um welche es sich meistens handelt, sind auf solche Weise anstandslos zu betreiben. Weit schwieriger gestaltet sich die Sache auf den größeren Fahrzeugen, z. B. Loggern usw. Da scheidet der direkte Antrieb unter Umständen schon aus, weil er baulich zu umständlich wird und weil es auch wirtschaftlich nicht zulässig erscheint, eine größere Antriebsmaschine längere Zeit laufen zu lassen, nur um ein paar Hilfsmaschinen zu treiben. Welcher Ausweg hier zweckmäßig, ist nicht generell zu entscheiden, sondern von Fall zu



Fall sorgfältig zu erwägen. Bis jetzt war diese Frage noch wenig akut; sie wird dies erst in Zukunft werden, in dem Maße, wie sich die größeren Motorbetriebe in der Fischerei entwickeln. In den wenigen Fällen von Loggern, wo der Motorbetrieb bisher in Betracht gekommen ist, wurde der einfachste und nächstliegende Weg beschritten, nämlich die Hilfsmaschinen mit Dampf zu betreiben. In betreff der Sicherheit ist diese Lösung, obwohl die primitivste und ohne große Überlegung erhältliche, unübertrefflich, aber dieses wohl kaum immer in wirtschaftlicher Hinsicht, abgesehen vielleicht von dem Falle, wo, wie bei Segelloggern, die Hilfsdampfanlage sich bereits an Bord befindet, wenn der motorische Antrieb des Fahrzeuges geschaffen werden soll. In der Einführung elektrischen Antriebs oder direkten Antriebs mittels besonderen Ölmotors usw. ergeben sich weitere Wege, von denen der erstere meistens zu kostspielig in Anlage und Betrieb sein wird, während der letztere jedenfalls häufiger in Erwägung gezogen zu werden verdient. An einigen Beispielen will ich nunmehr versuchen, das Wesentliche im Bau ganzer Motoranlagen kurz hervorzuheben.

Fig. 320—321 ist die Darstellung des Einbaues eines 6 PS-Swiderski-Motors, welcher vorher im einzelnen behandelt wurde. Bemerkenswert ist, daß Motor Kupplung und Drucklager auf einem gemeinsamen Rahmen vereinigt und durch diesen mit dem Fundament sicher verbunden sind. Das ist eine solide und starre Verbindung dieser Teile, welche sehr wertvoll ist, und bedeutet ferner auch eine wesentliche Erleichterung der Montage an Bord. Vorteilhaft wäre es gewesen, wenn man mit diesem Rahmen auch noch die Umsteuerung verbunden hätte.

Der Antrieb der Netzwinde wird hier direkt vom Motor abgeleitet, indem mittels Reibungskupplung im Schwungrad ein Kettenrad angetrieben und die Bewegung von diesem durch Kette nach oben geleitet wird. Wichtig ist es, daß alle Bedienungsvorrichtungen auf dem Steuerstande in bequemer, handlicher Ausführung und Anordnung vereinigt sind. Hierbei handelt es sich um die Bedienung der Kuppelung, der Umsteuerung und der Brennstoffregelung.

Eine achtpferdige Bronsmotoranlage der G. M. F. Deutz ist in Fig. 322—325 wiedergegeben. Zu dieser Zeichnung bedarf es keiner Erläuterung, da alles Nähere darin ohne weiteres ersichtlich. Das ganze Fahrzeug, zu dem dieser Motor gehört, zeigt Fig. 326—327.

Der gedeckte Kutter (Fig. 328—329), ein solcher aus Bornholm, zu welchem die Linien in Fig. 313—315 gehören, hat eine 8 PS-Grademotoranlage erhalten, von deren Hauptbestandteil, dem Motor, schon oben die Rede war.



Fig. 320—321. Längsschnitt der Quase „Ida" mit einem 6 PS Swiderski-Motor.

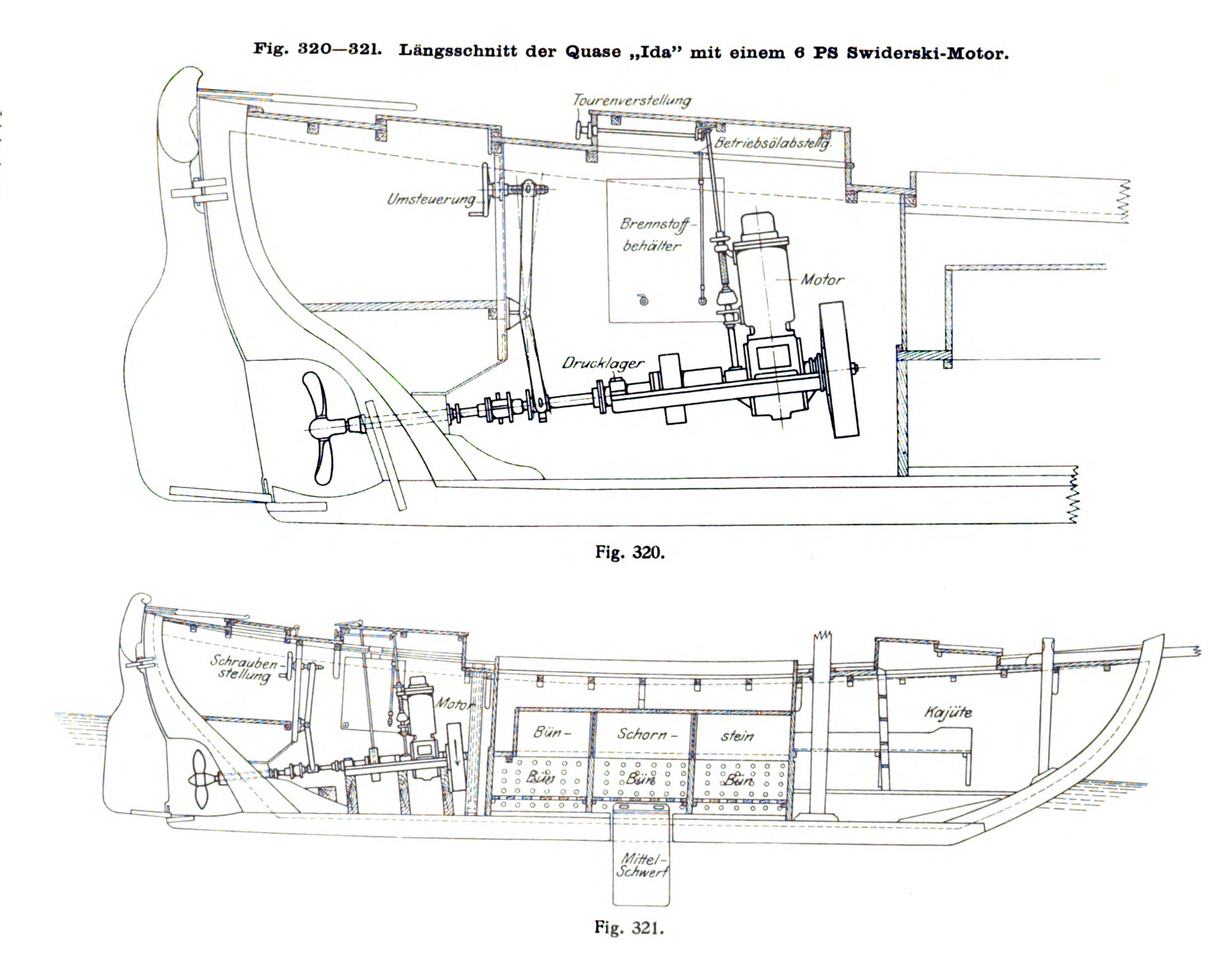
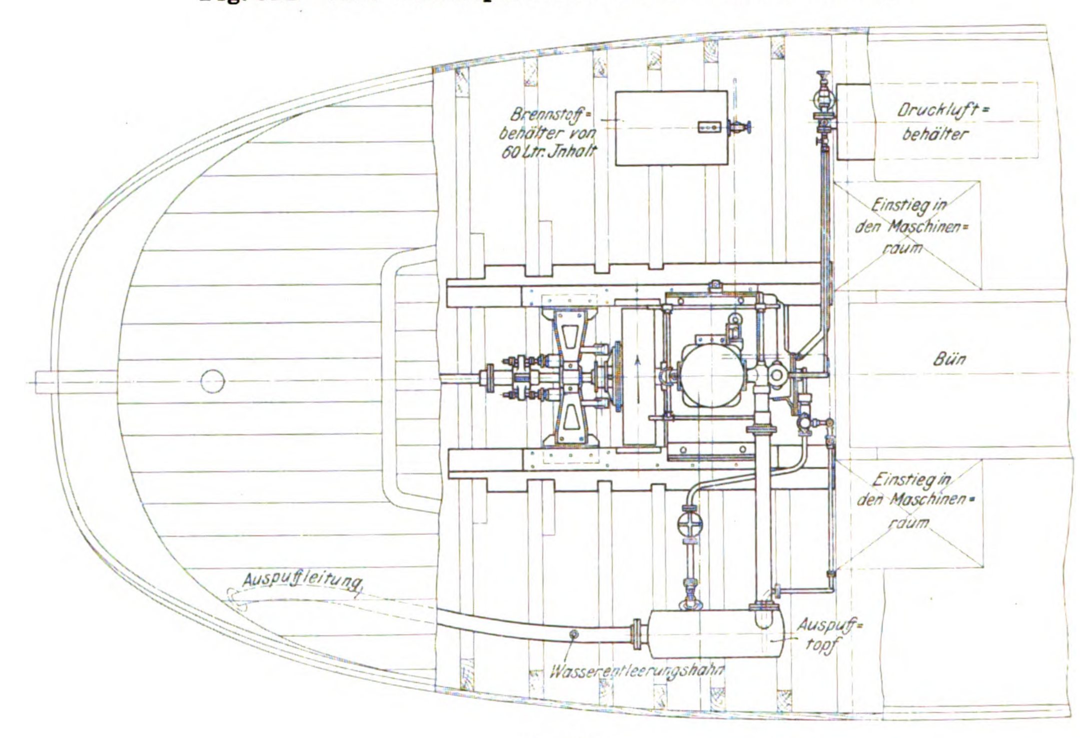


Fig. 320.

Fig. 321.

Fig. 322—325. Einbauplan einer 8 PS. Bronsmotoranlage.



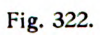


Fig. 322.

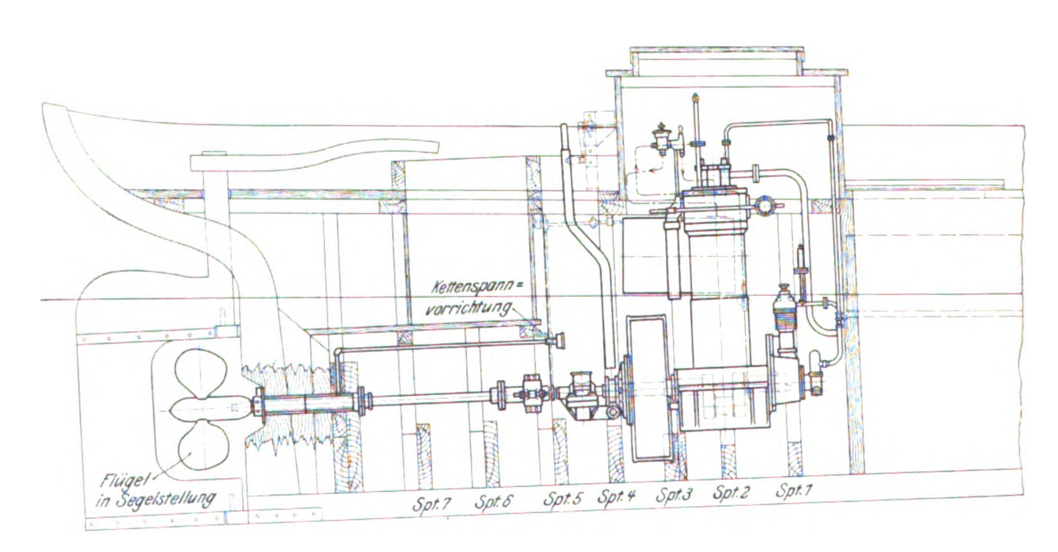


Fig. 323.

Fig. 322—325. Einbauplan einer 8 PS Bronsmotoranlage.

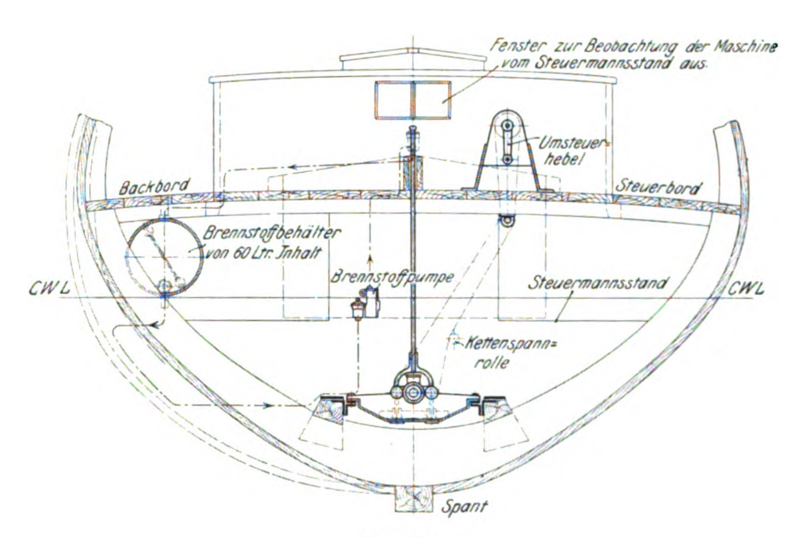


Fig. 324.

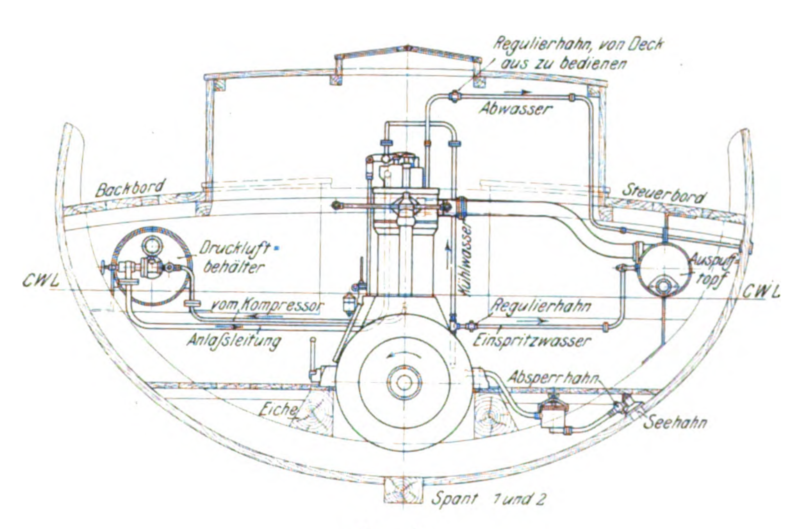


Fig. 325.

Längsschnitt und Decksplan der „Magdalena“.

Fig. 326.

Fig. 327.

Längsschnitt mit Decksplan von „Rügenwaldermünde 17“ mit Grade-Motor.

Kajüte
Netzraum
Ballast
Hand-Lenzpumpe
Motor
160 kg Brennstoff
Schraubenverstellung u. Kupplg.

Fig. 328.

Fig. 329.

Ebenfalls ein bereits behandelter Motor, der 25 PS-Bronsmotor der G. M. F. Deutz, liegt den Einbauzeichnungen Fig. 330—334 zugrunde. Diese Anlage ist in vieler Beziehung recht bemerkenswert. Ersichtlich ist vor allem der Zusammenbau aller wesentlichen Teile, des Motors mit der Kuppelung, dem Drucklager und der Umsteuerung, ferner die Aufstellung des durch Riemen betriebenen Kompressors, des Druckluftbehälters, der Ölbehälter, des Auspufftopfes, die Anordnung der wichtigsten Rohrleitungen, wie der Leitungen für den Auspuff, das Kühlwasser (auch zum Auspufftopf), den Brennstoff, die Druckluft usw. Sichtbar ist auch die Anbringung des Bodenhahns und des Siebtopfes für das Kühlwasser.

Den sehr wichtigen Einbau einer größeren Motoranlage sehen wir schließlich in den Fig. 335—340. Diese Darstellungen betreffen den vorher ausführlich behandelten Dieselmotor der G. M. F. Deutz für die Biologische Anstalt Helgoland. Sie geben Aufschluß über alles Wesentliche dieser sehr bemerkenswerten Ausführung. Insbesondere ersieht man daraus den direkten Antrieb der Netzwinde von der Kurbelwelle aus unter Benutzung von Zahngetrieben und Zwischenwellen. Aber auch ein besonderer Ölmotor ist für Hilfsmaschinenzwecke vorgesehen, wie die Fig. 336 zeigt. Wie Brennstoffilter und Ölreiniger sowie Brennstoffpumpe und Ölpumpe untergebracht sind, ergibt im besonderen Fig. 336 und Fig. 339. In Fig. 340 erkennt man die Aufstellung der Brennstoffbehälter für die Hauptmaschine und den Hilfsmotor, die getrennt vorgesehen sind. Anlaßflasche, Reserveanlaßflasche und Einblasflasche sind in Fig. 337 wiedergegeben. Aus Fig. 340 ist klar ersichtlich, wie oben von Deck aus die Betätigung der Kuppelung, der Regelung des Motors und der Umsteuerschraube erfolgt. Endlich gibt die Fig. 338 eine Übersicht über sämtliche Druckluft- undÖlleitungen, welche sich an der Maschine befinden.

IV. Betriebserfahrungen.

Seitdem der deutsche Kleinmotor eingeführt worden ist in unsere Seefischerei, haben die Erfahrungen damit im praktischen Betriebe eigentlich nie aufgehört Interesse zu erwecken. Diese Erfahrungen waren sehr zahlreich, es gab schlechte und gute darunter; aber im ganzen blieben doch die letzteren Sieger, und heute haben wir den Ausblick auf einen vollen Erfolg, der nach und nach anhebt. Dabei hat es an schweren Zeiten nicht gefehlt, wo einfach alles auf dem Spiele stand. Der Ursachen von Schwierigkeiten gab es namentlich im Anfang so manche. Die Fabriken waren zum großen Teile ziemlich seefremd; fast ausnahmslos kannten sie nicht die Eigenart dieses Betriebs und seiner Personen, und sie unterschätzten so leicht die sich bietenden Hindernisse. Daß die Maschinen oft weit aus dem Hinterlande kommen, daß infolgedessen auch häufig den Fischern schnelle Hilfe fehlt, daß dadurch oftmals

Fig. 330—334. Einbauzeichnungen einer 24 PS Bronsmotoranlage.

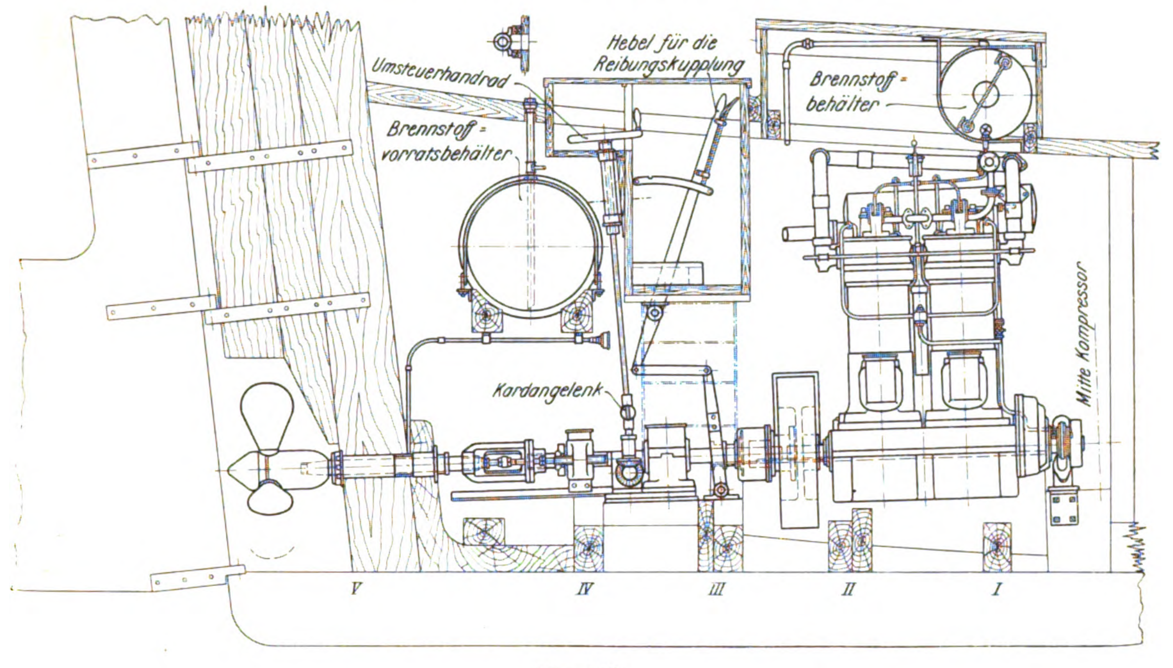


Fig. 330.
Einbau eines 24 PS Deutzer Bronsmotors in einen Fischkutter.

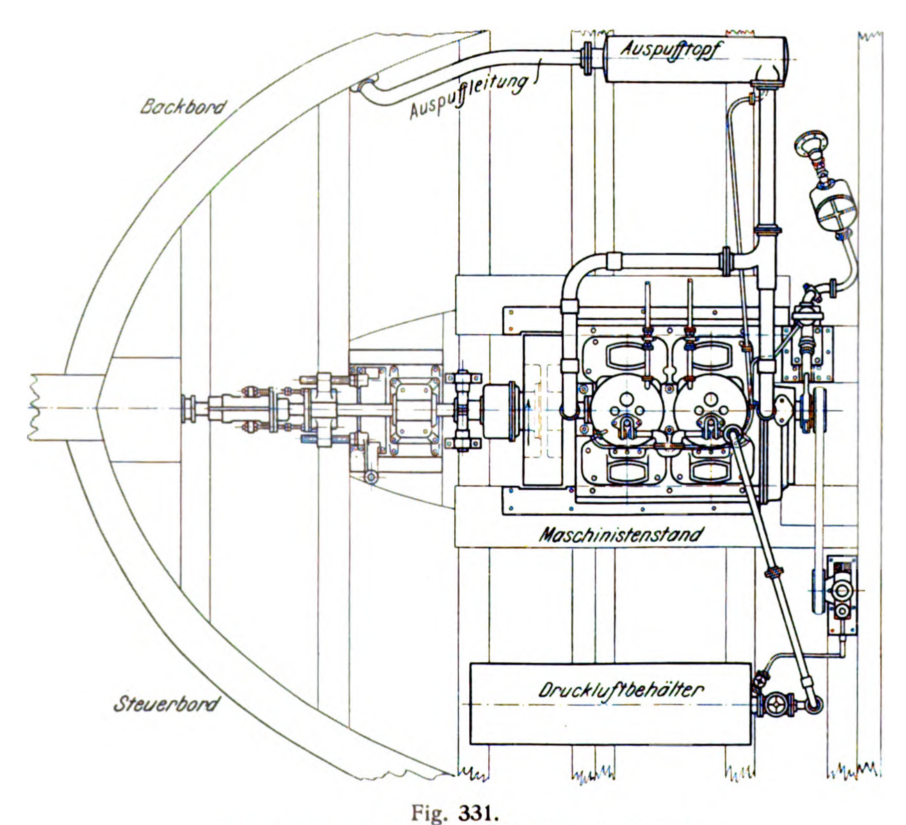


Fig. 331.
Einbau eines 24 PS Bronsmotors in einen Fischkutter.

Fig. 330—334. Einbauzeichnungen einer 25 PS Bronsmotoranlage.

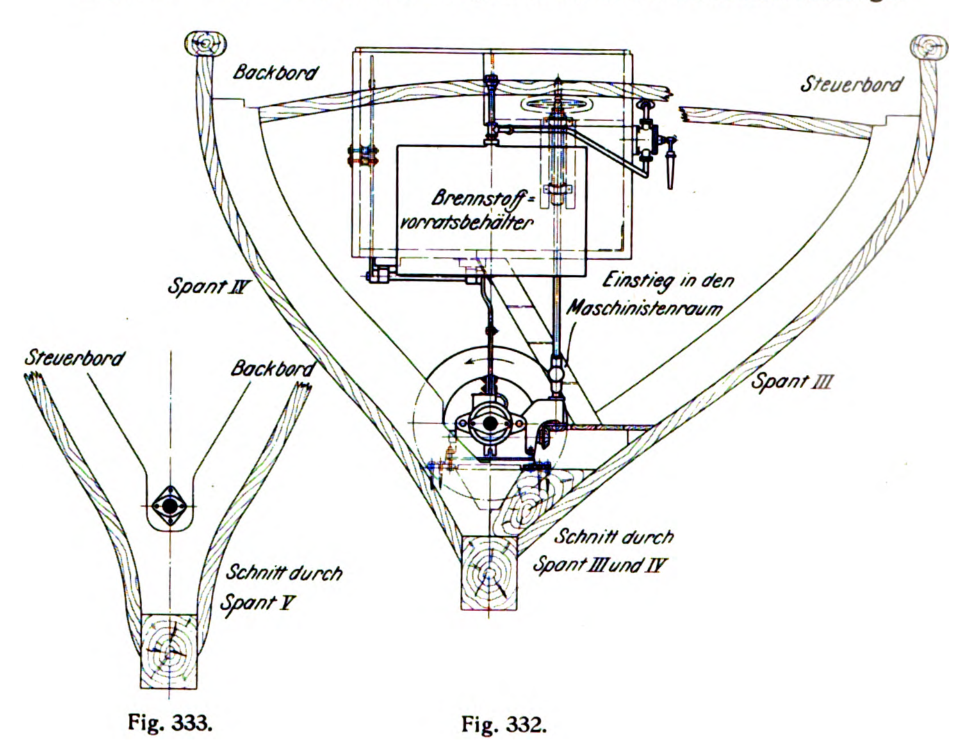


Fig. 333. Fig. 332.

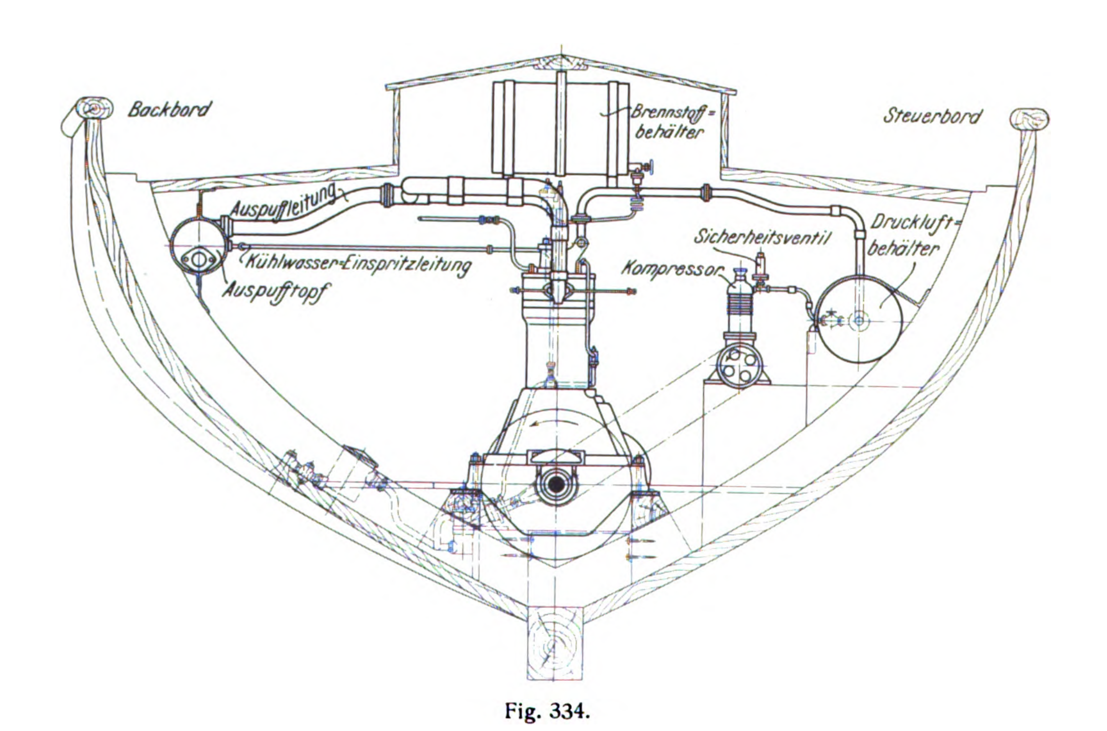


Fig. 334.

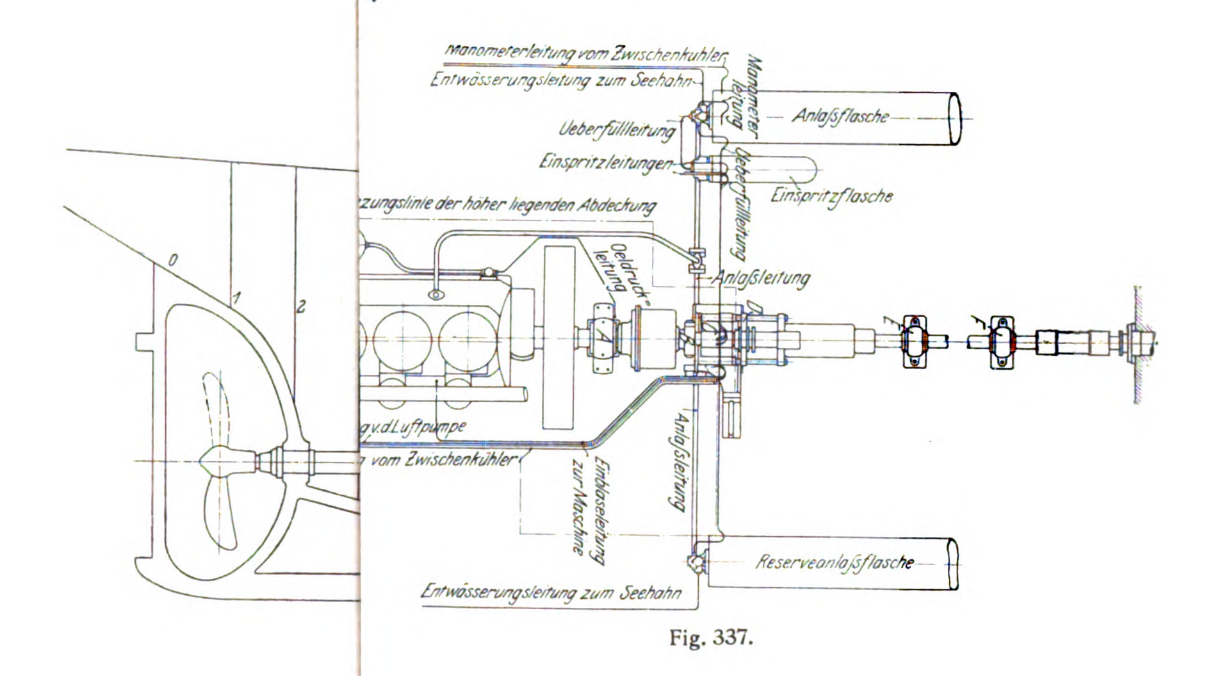


Fig. 337.

Reserveanlaßflas
Einspr
Anlaßflasche
10
11
12
13
14

Anlaßflasche
Zwischenkühler
Einspritzflasche
vom Zwischenkühler
Skala für Schraubenstellung
Oelleitung
zum Außenlager A
" Einrückgleitring B
" Drucklager C
" Kettenradbügel D
" 1. Traglager E
" 2. " " F
Manometerleitung vom Zwischenkühler
Einblaseleitungen
Manometerleitung
Entwässerung
Einblaseleitungen
Entwässerungsleitung zum Seehahn
Ueberfülleitungen
Anlaßleitung
Entwässerungsleitung zum Seehahn

Fig. 338.

erst Störungen empfindlich und auffällig werden, die an sich vielleicht ganz geringfügig und in Maschinenbetrieben kaum ganz unvermeidlich sind, das ist eine Tatsache, welche noch jetzt ihre bedenklichen Schatten wirft.

Mängel zeigten sich sehr oft beim Einbau, der nicht fest und widerstandsfähig genug war. Die Fundamenthölzer waren zu leicht oder ihre Verbindungen mit den Bodenwrangen und Spanten zu unsicher. Auf den Fundamenthölzern waren die Maschinen bisweilen ohne durchgehende Schrauben allein mit Holzschrauben befestigt, nach einem Verfahren, welches allerdings auch von auswärtigen Fabriken geübt wird, aber darum nicht weniger verwerflich erscheint. Ebenso fehlt es oft an dem exakten Einbau der Schraube mit Welle, die mit der Kurbelwelle bisweilen nur mangelhaft ausgerichtet ist. Es ergaben sich mancherlei üble Folgen. Die Maschinen arbeiteten stark an den Befestigungen und bewegten sich oben an den Zylindern oft um mehrere Millimeter, obwohl es sich dabei immer nur um relativ kleine Maschinen handelte, die im ganzen an Erschütterungen dem Fahrzeug wenig oder garnichts anhaben konnten. In den Sternbuchsen gab es leicht Warmlaufen und Anfressen, weil die Wellen sich eckten und klemmten. Von solchen Mängeln ungenügender Montage hatte der Kleinmotor im Fischereibetrieb vereinzelt nicht wenig zu leiden, und häufig genug legte man dem Motor zur Last, was eigentlich nie seine Sache war und was jede andere Maschine an seiner Stelle kaum weniger übel vermerkt hätte. Hinzu kamen noch andere Schwierigkeiten technischer Natur. Z. B. die Brennstoffdüsen verstopften sich mit Sand, und es entstanden häufige empfindliche Betriebsstörungen daraus. Diese Verunreinigungen befanden sich im Brennstoff und zwar oft in erheblicher Menge. Es mußten schleunigst Filter eingebaut werden, wo sie fehlten, und die schon vorhandenen waren meist erheblich zu verstärken. Zu Anständen gaben auch Veranlassung die Kuppelungen, die Schmierpumpen, die Umsteuerschrauben usw. Das sind zwar alles für jeden Eingeweihten die unvermeidlichen Kinderkrankheiten, aber diese waren doch Ursachen von Störungen, die teilweise recht unangenehm wirkten. Auf der anderen Seite bot der Motor schon im vergangenen oft ein recht erfreuliches Bild, wie er selbst unter schwierigen Verhältnissen sich vollauf bewährte. Nur ein Beispiel sei dazu hier erwähnt. Ein Kutter trieb bei schwerem auflandigem Sturm unter Prerow hoch auf den Strand, und der Motor versagte. Die Kühlwasserleitungen wurden vom eingedrungenen Sande gereinigt, und die Maschine war sogleich wieder betriebsfähig. Sie konnte direkt zum Abbringen des Kutters benutzt werden.

Es waren zum Teil ganz eigenartige Betriebserfahrungen, welche in der vergangenen Zeit gemacht wurden und auf welche man oft recht wenig gefaßt war.



Ein Beispiel hierfür ergibt sich aus dem Folgenden. In dem Kühlmantel eines Zylinders, dort, wo das Kühlwasser eintritt, hatte sich an der gegenüberliegenden Wand ein kegelförmiger Krater gebildet, der, als er bemerkt wurde, schon bis auf die Lauffläche des Zylinders durchgedrungen und eine kleine Öffnung erzeugt hatte. Letztere wäre natürlich allmählich immer weiter geworden, hätte dann auch stärkere Kühlwassermengen in den Zylinder eintreten lassen und auf alle Fälle sehr bald die Maschine unbrauchbar gemacht und einen neuen Zylinder erfordert.

Diese eigenartige Erscheinung wurde jedenfalls durch mechanische oder elektrolytische Wirkungen hervorgerufen. Wahrscheinlich aber entstand sie auf ersterem Wege, indem dem Kühlwasserstrahl, welcher mit hinreichender Geschwindigkeit fast senkrecht auf die gegenüberliegende beschädigte Wand traf, trotz des vorgesehenen Filters geringe Spuren von Sand beigemengt waren, die in der Zeit von etwas mehr als einem Jahr die Zerstörung erzeugten. Die Lehre, welche sich ergab, besteht darin, das Kühlwasser niemals in kompaktem Strahl senkrecht auf eine Wand treffen zu lassen, wenn man nur entfernt annehmen kann, daß feste Beimengungen, Sand usw., darin enthalten sind.

Manche Schwierigkeiten im Betriebe hat auch die Ausbildung der Fischer zu Maschinisten verursacht, wie bereits erwähnt worden ist. Leute mit schlichtem Sinn und Verstand, denen vielleicht ihr Leben lang eine Maschine noch fremd geblieben war, sahen sich plötzlich in die Zwangslage versetzt, eine zwar einfache, aber nicht unempfindliche Maschine zu warten. Sie taten dies meist mit gutem Willen und bester Absicht, aber nicht immer mit dem gleichen Erfolg. Manche Störungen im Anfang und auch noch heute sind wohl allein auf diese Ursache zurückzuführen. Je weniger es jemals möglich ist, Störungen aus dieser Quelle ganz zu verhüten, um so wertvoller ist es augenscheinlich, dafür zu sorgen, daß an allen Plätzen, wo Fischer Motoren betreiben, sachkundige Schlosser zur Hand sind, daß diese mit Unterstützung der Firmen dann in der Lage sind, alle Schäden schnell und gründlich zu beseitigen. Hieran hat es bisher gefehlt; es läge aber gleichmäßig im Interesse aller, Lieferanten, Abnehmer, Behörden usw., ihre Bestrebungen so bald wie möglich auf die Erreichung dieses gemeinsamen Zieles zu richten.

Auch der Frage, ob der Motorbetrieb durch seine Rentabilität wirtschaftlich ausreichend berechtigt erscheint, mag an dieser Stelle mit wenigen kurzen Bemerkungen gedacht werden. Wie schon erwähnt, spielen hier die Art des Fahrzeuges, seine Formgebung, seine Eignung für eine spezielle Art der Fischerei, die Wahl einer zweckentsprechenden wirtschaftlichen Geschwindigkeit usw., eine wichtige



Rolle. Die Geschwindigkeit wird so gering sein müssen, wie die Sicherheit des Fahrzeugs und die Wirtschaftlichkeit es gestatten. Unter 4 Knoten pro Stunde wird sie zu gering, um bei schlechtem Wetter gegen die See aufzukommen; auch macht dabei das Fahrzeug eventuell nicht mehr genügend Fahrt, wenn Netze geschleppt werden müssen. Über 6 Knoten aber wird sehr bald ein starkes Anwachsen der Leistung bemerklich. Wenn sich also normal die Geschwindigkeit in jenen Grenzen halten muß, so kann es bei langen Wegen, die mit entsprechender Beschleunigung zurückzulegen sind, auch notwendig werden, höhere Ausnahmegeschwindigkeiten zu wählen.

Wie stark die Form dieser Fahrzeuge ihre Geschwindigkeit beeinflußt, und wie sehr dadurch also auch die Wirtschaftlichkeit berührt wird, das hat sich verschiedentlich bei Fischerbooten von gleicher Größe und Maschinenleistung klar feststellen lassen. Die nachstehende Tabelle gibt eine Zusammenstellung einiger Vergleichszahlen, welche hier in Betracht kommen.

Name des Fahrzeugs	Bruttogröße in cbm	Stärke des Motors in PS	Mittlere Fahrt in sm/Std bei Windstille und glatter See
„Willi“	26,040	8	5,5
„Ida“	23,189	6	5,0
„Bernhardine“ . . .	42,000	8	4,0
„Magdalene“ . . .	27,028	8	4,7
„Rüg 17“	39,138	8	4,7

In betreff der Wirtschaftlichkeit der Motoren auf Fischerbooten ist weiter auch die Frage des Verbrauchs an Brennstoff, Schmieröl usw., der Kosten dieser Betriebsstoffe, insbesondere des Brennstoffes, sehr wesentlich. Außerdem unterliegt der Brennstoff bekanntlich der Verzollung, und auch dieses Punktes ist kurz Erwähnung zu tun.

Als Brennstoffe kommen für Fischerboote nach obigem nur in Betracht: Motorpetroleum zum gegenwärtigen Preise von etwa 17,50 ℳ pro 100 kg inkl. Zoll, ferner Gasöl (schweres Petroleumdestillat) zum Preise von 9 ℳ bis 12,50 ℳ pro 100 kg inkl. ermäßigten Zoll von 3,60 ℳ. Rohöl ergibt bisher den billigsten Betrieb, ist aber noch nicht überall einfach erhältlich; daher wird vielfach selbst in Rohölmotoren Petroleum verbrannt. Durch Regelung der Brennstofffrage, Erleichterung des Einkaufs zu mäßigen Preisen an den gesamten Küstenplätzen mit möglichster Ausschaltung des Zwischenhandels ist dem Motorbetrieb in der Fischerei ebenfalls



ein wichtiger Dienst zu erweisen. Letzteres gilt aber in noch höherem Maße bezüglich der Erlangung von Zollfreiheit für den Brennstoff. Bei Verwendung von Rohöl ist heute schon an manchen Küstenplätzen nicht nur Zollermäßigung von 7,20 auf 3,60 ℳ pro 100 kg, sondern sogar Zollfreiheit erhältlich. Aber diese Einrichtung wird bei den verschiedenen Zollbehörden unserer Küsten nicht gleichmäßig durchgeführt. Darum wäre eine einheitliche Regelung dieser Frage sehr dringend erwünscht. Hierbei könnten die großen Petroleumgesellschaften, welche heute noch vielfach zurückhalten, obwohl es sich auch um ihr eigenes Interesse handelt, wesentlich mitwirken, wenn sie z. B. an möglichst vielen Verbrauchsstellen für die Unterbringung von Rohöl Behälter aufstellten; diese könnte die Zollbehörde alsdann unter Verschluß nehmen.

Daß der Verbrauch an Brennstoff für die Wirtschaftlichkeit von Bedeutung, wurde bereits erörtert. Bei guten Glühhaubenmotoren von etwa 6 bis 10 PS sollte jener 380 bis 340 g nicht übersteigen; der Bronsmotor benötigt im Durchschnitt etwa 240 bis 260 g pro PSe-Stunde.

Wesentlich ist dann aber noch der Schmierölverbrauch. Es wird oft genug diesen Kleinmotoren im Bootsbetrieb viel zu viel Schmieröl zugeführt. Man verbraucht 50 bis 60 g Öl pro PSe-Stunde, während 20 bis 25 g vollauf genügen müßten. Die Folge ist ein ganz schiefes Verhältnis zwischen Brennstoff- und Schmierölkosten. Eine Schmierung von solcher Stärke ist überflüssig bei guter Ausführung der Maschine in allen Teilen und der Schmiervorrichtung selbst. Als Brennstoff aber ist das Schmieröl ja weit teuerer als Petroleum. Es ist ein völliges Mißverhältnis, wenn Brennstoffkosten von etwa 3—4 ₰ pro PSe-Stunde noch durch Schmierölkosten von etwa 2—3 ₰ und mehr vermehrt werden, wie es häufig geschieht.

Was nun den wirtschaftlichen Erfolg des Motors im ganzen betrifft, so ist es naturgemäß schwierig, zu ermitteln, inwieweit das Fahrzeug durch den Maschinenbetrieb an Einnahmen gewonnen hat gegenüber dem früheren Segelbetrieb. Diese Einnahmen sind abhängig von dem Fang und seiner Verwertung. Auf den Fang wiederum haben Wind und Wetter sowie das Glück beim Aufsuchen der Fische und Fischzüge einen erheblichen Einfluß. Es schwanken z. B. die Einnahmen für Ostseekutter mit Motoren in einem Jahre (1909/10) zwischen etwa 3000 und 7000 ℳ. Das beweist, wie veränderlich diese Einnahmen sind, je nach den Fangergebnissen und den Erlösen, die nicht weniger wechseln. Erst ein Vergleich von gleichartigen Booten mit und ohne Motor, durchgeführt durch längere Jahre, würde ein maßgebendes Urteil über den wirtschaftlichen Erfolg des Motors gestatten. Fraglos aber ist dieser vorhanden, und wäre er selbst nur so groß, daß er die Mehrkosten durch die Maschine hervorbrächte, so würden die sonstigen Vorteile



für die Sicherung und Verbesserung des Fischerberufs, für die Hebung des Gewerbes, von ausreichender Bedeutung sein, um die Verwendung des Motors zu rechtfertigen.

Nach dem vorstehend Gesagten hat der Motor dem Seefischereigewerbe einen wichtigen Fortschritt gebracht. Solcher Förderung bedarf das Gewerbe, wenn es lebensfähig und aufrecht bleiben soll. Im Kampfe mit den Elementen sucht der Fischer sein Brot, aber auch nur dieser Kampf allein erhält ihn stark und selbstbewußt, so wie er sein muß, wenn er seinen Aufgaben entsprechen soll. Die Seefischerei ist ein streitbares Gewerbe, nur in stetem Ringen kann es wachsen und gedeihen. Wollen wir es stützen und pflegen, so geben wir ihm die besten technischen Mittel, deren es bedarf. Kein unverdientes Geld oder Gut! Das erschlafft und verdirbt leicht den Charakter und entfremdet vom harten, mühevollen Handwerk. Was man aber geben soll, das ist das Beste, was die Technik jeweilig hervorbringt! Dafür sollte man allerdings keine Mittel scheuen.

Dann hat es um das Gewerbe keine Not, und es wird aufsteigen zu seiner vollen Höhe. Dann wird dereinst von unserem Seefischer die schöne Zeichnung Goethes gelten, die er in seinem Fischer gibt:

Das Wasser rauscht, das Wasser schwoll.
Ein Fischer saß daran;
Sah nach dem Angel ruhevoll,
Kühl bis ans Herz hinan.

Daß unser Seefischer wieder leicht und wohlgemut seiner schweren Arbeit obliegen kann, daß eine Quelle nationaler und wirtschaftlicher Wohlfahrt unseres Volkes nicht versiege, dazu helfe die Technik!

Diskussion.

Herr Geheimer Regierungsrat Professor Flamm - Charlottenburg:

Königliche Hoheit, meine Herren! Aus den sehr dankenswerten und wertvollen Ausführungen des Herrn Vortragenden hat mich besonders derjenige Teil des gedruckten Vortrages interessiert, der sich auf den in dem letzten Bilde und in dem Vortrag auf Seite 231 angegebenen Motor bezieht, der von der Firma Deutz für die biologische Station auf Helgoland gebaut worden ist. Wie ich im vorigen Jahre an dieser Stelle ausführen konnte, bin ich vom Kultusministerium mit dem Bau dieses Fahrzeuges beauftragt worden und habe dabei sorgfältig die Frage erwogen, ob eine Dampfmaschine oder ein Ölmotor Verwendung finden solle. Ich habe eine Reihe von Entwürfen ausführen müssen, bis schließlich dann die Pläne zustande gekommen sind, nach denen das Fahrzeug heute gebaut wird. Es dürfte mit Rücksicht auf die Zeichnungen, besonders die Zusammenstellungszeichnung auf der letzten Tafel des Vortrages, ein gewisses Interesse haben, einige der Gesichtspunkte



und Gründe kennen zu lernen, die zur Anwendung einiger Einzelheiten bei dieser Anlage geführt haben.

Das Fahrzeug selbst soll der wissenschaftlichen Forschung dienen, man hat daher nicht allein mit den gewöhnlichen Netzen und dem gewöhnlichen Fischereibetrieb zu tun, es war vielmehr die Aufgabe gestellt worden, auch diejenige Fischerei zu ermöglichen, die die Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen bietet und sich zum Beispiel auch darauf bezieht, daß man Plankton fischt. Dazu sind, wie Sie wissen, sehr zarte und weiche Netze erforderlich, und es war notwendig, die Geschwindigkeit des Bootes auf ein außerordentlich niedriges Maß herabzubringen. Das hat mich dazu geführt, zur Regulierung der Geschwindigkeit die umsteuerbare Schraube zu wählen. Wenn wir von 7 Knoten Geschwindigkeit auf ½ Knoten herunterkommen sollten, so war das bei dem Motorantrieb der üblichen Art, wenn wir Wendegetriebe oder sonstige Regulierung des Motors benutzten, nicht zu erreichen. Die Folge davon war, daß ich zur Anwendung der umsteuerbaren Schraube griff.

Dann war noch eine weitere Aufgabe zu lösen, die, wie Sie auf dem Bilde sehen, zur Anwendung einer kleinen Umlaufpumpe, einer Kreiselpumpe, führte. Das Fahrzeug besitzt an Bord eine Reihe von Aquarien, außerdem sind an der Reeling, die als Rohr ausgebildet ist, im oberen Teil kleine Abflüsse mit Hähnen vorgesehen, unter die man kleine Eimerchen hängen kann, in denen die verschiedenen Fischeier und sonstigen kleinen Sachen, die aus dem Wasser gefischt werden, aufbewahrt werden können.

Nun ist es durchaus notwendig, daß alle diese Tiere im zirkulierenden frischen Seewasser gehalten werden, weil sie sonst sterben. Dazu war es notwendig, einen Umlauf frischen Seewassers zu ermöglichen, und dazu dient diese Pumpenanlage. Wenn der Motor selbst im Betriebe ist, ist es ja sehr einfach, wie Sie aus der Zeichnung sehen, mittels Riemenantrieb die kleine Kreiselpumpe in Gang zu halten. Aber der Motor ist nicht immer im Betrieb; besonders bei der Fischerei auf den Watten wird das größere Fahrzeug öfter still liegen, stundenlang, halbe Tage lang, und noch länger. Wenn nun mit dem kleinen Boot gefischt wird, so müssen natürlich doch die an Bord befindlichen Aquarien mit ihrem Inhalt gut unter frischem Seewasser gehalten werden. Dazu soll diese kleine Pumpe dienen. Da aber der größere Motor nicht ihretwegen in Gang gesetzt werden kann, haben wir noch einen kleinen Motor aufgestellt, der dann den Wasserumlauf zu besorgen hat. Der Motor selbst befindet sich zurzeit in Deutz auf dem Probierstand.

Ich habe schon eine Reihe von Versuchen vorgenommen, und wahrscheinlich in den allernächsten Tagen werden die letzten abschließenden Versuche auf dem Stand vorgenommen werden. Die Resultate sind bis jetzt günstig. Wir haben die Bedingungen, die hinsichtlich des Brennstoffverbrauchs gestellt worden sind, erreicht, wenigstens auf der mittleren Linie. Es ist ein Ölverbrauch von 218 gr bei der niedrigen Leistung von 75 PS beziehungsweise 80 PS und ein Ölverbrauch von 219 g bei 92 PS erreicht worden und damit die vertragliche Bedingung zunächst erfüllt. Außerdem hat der Motor gezeigt, daß die Verbrennung eine sehr vollkommene ist. Es waren noch einige kleine Anstände zu beseitigen, die dazu führten, daß in den nächsten Tagen noch einmal eine Probe ausgeführt werden muß. Dann kam aber auch der Umstand in Betracht, festzustellen, wie der Regulator arbeiten wird, wenn plötzlich bei Seegang die Schraube ganz aus dem Wasser kommt, also der Motor plötzlich keinen Widerstand mehr findet. Das haben wir versucht. Wir haben den Motor ziemlich voll belastet, dann plötzlich alles abgeworfen, und da gingen die Schwankungen — ich habe es selbst gemessen — in den Umdrehungen von 352 auf 340, also ganz minimal, und die Zahl der Umdrehungen war auch ein paar Sekunden später wieder auf 350 angelangt.

Das Fahrzeug selbst ist bei Stocks & Kolbe in Kiel in Bau und, soweit ich bis jetzt bei Besichtigungen feststellen konnte, in Ordnung. Wir wollen demnächst den Motor nach



Kiel bringen, ihn dann dort einbauen, und hoffentlich gibt das dann ein Resultat, das befriedigend ausfällt.

Eine gewisse Schwierigkeit liegt in dem Antrieb der Netzwinde, der vom Motor selbst aus stattfindet. Sie können das auch aus der Vortragsfigur ersehen. Die Netzwinde wird direkt vom Motor angetrieben; nach dieser Richtung hin sind Versuche bis jetzt für diese Anlage noch nicht ausgeführt worden. Es ist aber bis jetzt alles geschehen, um die Erwartung gerechtfertigt erscheinen zu lassen, daß auch da alles klappen wird. Ich hoffe, daß keine Anstände eintreten werden.

Sobald dann die ganze Ausführung des Bootes vollendet ist und das Fahrzeug im Betriebe sich bewährt hat, werde ich sehen, daß jedenfalls, da Deutz gerade auf diese Anlage außerordentlich viel Fleiß und Sorgfalt verwendet hat, die ganzen Resultate der Untersuchung mit dem Fahrzeug selbst der Öffentlichkeit bekannt gegeben werden, so daß also auch nach dieser Richtung hin das hier von dem Herrn Vortragenden zusammengestellte Material die erforderliche Ergänzung finden wird.

Herr Ingenieur von Essen-Hamburg:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Gestatten Sie mir eine kurze Kritik des Vortrages.

Ich hatte vor mehreren Jahren anläßlich der Motorbootausstellung in Kiel auf Veranlassung des Herrn v. Moltke im Verein mit dem Hamburger Fischereidirektor Lübbert die Ehre, dort ein Referat zu erstatten. Was hier über die wirtschaftliche Bedeutung des Motors für die Fischerei gesagt worden ist, hat sich im wesentlichen nicht geändert; ebenso ist die große Bedeutung unserer Fischer für die Marine naturgemäß dieselbe geblieben. Die leitenden Punkte, die wir damals aufstellten, weichen allerdings in mancher Beziehung von den von dem Herrn Vortragenden aufgestellten ab, und wenn man die Sache objektiv betrachtet, so findet man, daß der Herr Vortragende selbst in wesentlichen Dingen auch die von ihm aufgestellten Leitpunkte nicht inne hält. Wenn er sagt: „Die Charakteristik des Bronsmotors ist also diese: betriebssicher, wirtschaftlich, aber nicht eben billig in der Anschaffung“ und dann weiter sagt: „Durch letzteren Grundton wird für jeden Sachverständigen die Harmonie jenes Dreiklangs nicht gestört“, so ist das musikalisch ja sehr schön; in Wirklichkeit liegt es aber etwas anders. Ich glaube, es sind zwei Fehler darin. Zunächst ist der technische Sachverständige hierbei nicht in dem Umfange maßgebend, wie es sich auch weiterhin durch diesen ganzen Vortrag hindurchzieht, sondern in erster Linie kommt das wirtschaftliche Moment in Betracht. Der Herr Vortragende stellt als das bei weitem maßgebende die Arbeit des Ingenieurs voran. Ich glaube, das trifft nicht ganz zu. Ich habe erhebliche Erfahrungen darin, die Sache beruht auf psychologischen und wirtschaftlichen Momenten in Verbindung mit der Technik. Wenn ich daran denke, welche Schwierigkeiten der Deutsche Seefischereiverein hatte, um die offene Bünn, die unsere Fischerfahrzeuge hatten, dicht zu machen, eine so einfache und natürliche Sache, dann muß ich sagen, daß es sehr schwierig ist, den deutschen Fischer zu Neuerungen, wenn sie auch augenscheinlich gute sind, zu veranlassen. Aber wie jetzt der Seefischereiverein zur Hebung des Fischkonsums im Reich den Hebel an der richtigen Stelle ansetzt, dadurch daß er Fischkochkurse eröffnet und so unsere deutsche Bevölkerung an den Fischkonsum gewöhnt, so muß man den Hebel bei den Fischern selbst ansetzen. Es ist eine ganz bekannte Tatsache, daß die Leute wenig Geld haben und daß es bei ihnen mit der Bezahlung sehr schwierig ist, so daß wirtschaftlich schon große Schädigungen der Motorindustrie bei Lieferungen für Fischer stattgefunden haben. In hervorragender, dankenswerter Weise hat der Seefischereiverein durch Gewährung von Geldmitteln an die Fischer da eingegriffen. Es ist mir aber auch wieder von sehr kompetenter Seite gesagt worden, wenn man diesen



Leuten nun andauernd sagt, wie wichtig sie unserer Nation und unserer Marine sind, so tritt leicht eine Erschlaffung der Energie, sich selbst zu helfen, ein. Man darf darin also auch nicht zu weit gehen.

Dann möchte ich glauben, daß der Bronsmotor — ein Punkt, den ich technisch bei weitem voranstelle — der Einfachheit nicht in dem Maße entspricht, wie sie ihm der Herr Vortragende beigelegt hat. Ich halte die Ausführung eines Kompressors für eine derartige Komplizierung für den Kleinbetrieb, daß ich persönlich, gerade nach meiner Kenntnis der Dinge, sagen muß, daß es sehr schwer möglich sein wird, diesen Motor einzuführen. Der Kompressor soll immer dicht sein. Ob er das im Fischereibetrieb bleibt, weiß ich nicht. Fast für unmöglich möchte ich die Übertragung durch Riemen oder Kette halten. Mit Herrn Baumeister Neudeck und Herrn Lotze von Swidersky habe ich eingehend Rücksprache über den Glühhaubenmotor gehalten. Die Herren sind bereitwilligst auf manche Anregungen eingegangen. Es galt damals den Widerstand der deutschen Motorindustrie zu überwinden, einen gegen ihre bisherigen Ausführungen „gröberen" Glühhaubenmotor zu bauen, wie es sich gerade für Fischereizwecke als erforderlich erwies.

Ich habe dann eben hier gelesen, daß das Swiderskyprinzip von England gekommen ist; es ist mir damals gesagt worden, daß die Erwärmung der Glühhaube erst durch die Lampe und dann das Wegnehmen der Lampe und dann das Warmhalten der Glühhaube durch die Gase selbst ein Prinzip von Swidersky ist, das von Dänemark aufgenommen und dann zurückgebracht ist. Es ist auch ferner ein Punkt nicht genügend herausgearbeitet worden, der mich als Beamten des Germanischen Lloyd wie der Seeberufsgenossenschaft in Hamburg sehr wesentlich interessiert. Das ist die große Gefahr, die eine offene Lampe für ein Schiff hat gerade bei Holzböten. Ich habe vor kurzem in Büsum gestanden und die Krabbenfischer mit ihren Motoren hereinkommen sehen. Die Krabben werden an Bord selbst gekocht. Die Fahrzeuge gehören nicht zur Seeberufsgenossenschaft, sondern zu einer besonderen Versicherungsanstalt. Von der Seeberufsgenossenschaft sind besondere Vorschriften zur Sicherung gegen die Feuersgefahr erlassen worden, deren Anwendung auch für die Fahrzeuge der Krabbenfischer, von denen schon einige verbrannt sind, wünschenswert erscheint. Der ideale Motor wird wohl noch nicht erfunden sein. Ich halte aber den Viertakt-Glühhaubenmotor für die Maschine, die wir für den Kleinbetrieb brauchen. Es ist das von mir vor vier Jahren in Kiel auch ausgesprochen worden.

Durchgearbeitet sind auch die Punkte bereits in bezug auf anderweitige Konstruktionen der Schiffe, auf die der Herr Vortragende hinwies. Ich weiß, daß vor Jahren Max Oertz in Hamburg ein Schiff gezeichnet hat, das den Anforderungen an neue und geeignete Bauart entspricht. Aber auch hier liegt die Anwendung für den Betrieb nicht beim Techniker, sondern beim Fischer. Ich meine, die örtlichen Organisationen müssen weiter versuchen, aufklärend zu wirken und dieses wundervolle konservative Element, die Fischer, für diese Neuerungsversuche zu gewinnen. Da ist der Hebel anzusetzen.

Ich möchte dann auch noch auf Grund meiner Erfahrungen auf den Punkt kommen, wo der Herr Vortragende, ich glaube, von dem Preisausschreiben spricht, um die beste Maschine für den Großbetrieb zu finden. Ich glaube kaum, daß der vorgeschlagene Weg zum Ziele führt. Mir ist es bekannt, daß die Fabriken einen großen Horror haben vor derartigen Wettbewerben, die gewiß ihr Gutes besitzen. Ich hatte jetzt im Auftrage von Herrn Professor Pagel, Germanischer Lloyd, mit unserem Herrn Buttermann verschiedene Reisen gemacht herunter bis ans Mittelmeer. Wir haben die Ölmotoren von den verschiedensten Fabriken gesehen. Darüber zu sprechen verbietet uns natürlich das Dienstgeheimnis. Aber der Weg, der da eingeschlagen worden ist, ist der einzig mögliche, nämlich, daß Reederei, Werft und Motorenfabrik sich dazu vereinigen, daß jede einen Teil des Risikos zur Einfüh-



rung des Ölmotors für Schiffszwecke trägt, des Risikos, das natürlich damit verbunden ist, um vorwärts zu kommen. Ich glaube, nur auf diese Weise wird es möglich, auch hier den Motor einzuführen. Der Schwierigkeiten sind da viele. Solche Schwierigkeiten bestehen ebenso mit den Hilfsmaschinen. Wir haben uns damals bei den kleinen Motoren damit geholfen, daß wir Zweizylindermotoren vorschlugen, wo wir einen auskuppeln konnten — die Grenze war etwa 16 PS — so daß dann mit dem einen Zylinder die Ankerwinde getrieben wurde. Für Fischdampfer, die jetzt in Frage kommen, ist der Motor auch zu leicht. Der Fischdampfer muß tiefer gehen. Wir müssen also da eventuell Ballasttanks einbauen. Schließlich, so ganz komisch ist der Einwand, glaube ich, nun nicht mit dem Petroleumgeruch. Mir wurde gerade auf der Fahrt hierher von einem hervorragenden Herrn gesagt, der in Skagen war, wo er nachts die Motorboote ankommen sah, daß manchmal die Fische nach Petroleum geschmeckt hätten. Es mag vielleicht etwas Einbildung dabei sein, aber wenn man die ganze Arbeit an Bord eines solchen Fahrzeuges kennt, wird man doch zustimmen, daß diesem Punkte große Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Jedenfalls sind der Schwierigkeiten viele, aber sie sind zu überwinden, und zwar auf dem Wege, den ich mir erlaubt habe anzugeben.

Herr Ingenieur Meißner-Hamburg:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Es gereicht mir zur besonderen Freude, Herrn Professor Romberg meinen Dank auszusprechen für die Würdigung, die auch dieses Jahr einem Teil des Ganzen geworden ist, ohne den heute tatsächlich selbst der beste Schiffsölmotor in dem Gebiet der Seefischerei seinen Zweck verfehlt hätte, ich meine den „Manövrier"- oder „Umsteuerpropeller". Da dieser Gegenstand von Herrn Professor Romberg als allgemein bekannt bezeichnet wurde, so erübrigt sich auch meinerseits hier speziell darüber zu berichten. Ich will daher auch nicht den Anteil in dieser Sache einer mir nahe stehenden Firma erwähnen oder den Ursprung einiger der angeführten Propelleranlagen dieses Spezialgebiets nachprüfen, sondern ich möchte eine andere Frage aufwerfen: Wir haben gesehen, daß Umsteuerpropeller ein Gebiet eingenommen haben, wo Wendegetriebe bekanntermaßen nicht mehr in Frage kommen; andererseits wurde der jetzige Zustand in betreff der Einführung größerer Motore in die Seefischerei derart gekennzeichnet, daß ein Zögern und Stocken in der Entwicklung unverkennbar sei; es ist daher wohl die Frage berechtigt ob es nicht im Interesse einer rascheren Entwicklung der Schiffsmotorenindustrie wäre, wenn bis zu einer gewissen Grenze, etwa zunächst bis 200 PSe, überhaupt davon Abstand genommen würde, die direkte Umsteuerbarkeit im Motor selbst vorzunehmen, sondern lieber das Manövrieren in die Schraube zu legen.

Seit dem Beginn der Bootsmotorenindustrie hat sich auch das Gebiet dieser Nebenteile entwickelt. Es gibt natürlich, so wie imAuslande, auch bei uns Konstruktionen von Drehflügelschrauben, die in die Klasse der reinen Massenartikel, Armaturen oder Schiffsbeschläge einzurangieren sind, die also mit einer soliden Konstruktion der Umsteuerpropeller, die als Ergänzung zu vollwertigen Schiffsmaschinen anzusprechen sind, nichts gemein haben. Diese haben mit Recht heute den ihnen zukommenden Platz an der Sonne eingenommen und, wie schon erwähnt, hat Herr Professor Romberg bereits im Jahre 1908 in dem Werk „Deutscher Schiffbau" wörtlich geschrieben: „Die Umkehrschraube hat den Vorzug, eine einfache — vielleicht die einfachste — Lösung des gesamten Manövrierproblems zu sein" und ferner vor 2 Jahren an dieser Stelle in seinem Vortrag über „Schiffsgasmaschinen" darauf hingewiesen, gelegentlich der ausführlichen Behandlung der 200 P. S. Propelleranlage mit Kraftumsteuerung im holländischen Dreimast-Gaffelschoner „San Antonio", daß die Durchführung der Manövrierbedingungen zu einem maschinentechnischen Umweg

führte, der aber dennoch als die einfachste, sicherste und wirtschaftlich beste Lösung anzusprechen ist.

Heute liegt die Sache noch günstiger, wie auch im Vortrag zum Ausdruck gekommen ist. Es gibt Gebiete, in denen ein Umsteuerpropeller sozusagen Lebensbedingung geworden ist, wie z. B. bei den Fischerfahrzeugen. Dem Fischer muß ein Motor in die Hand gegeben werden, der auch dem rauhesten Betrieb bei Sturm auf hoher See trotzt, dem gewissermaßen auch ein derber Seestiefel nicht verderblich werden kann, also ein möglichst einfacher und einfach zu bedienender Motor samt Zubehör von starker Bauart, gekuppelt an einen Umsteuerpropeller solidester Konstruktion. Für ihn ist ein solcher als Segelschraube Bedingung und ferner, weil er eine genaueste Regulierung der Fahrgeschwindigkeit beim Schleppen der Netze notwendig hat, was ihm kein Wendegetriebe und selbst kein direkt umsteuerbarer Motor bieten kann. Die Motorenfabriken sind mit einem Schlage für dieses Gebiet der Fischerei der Sorge des komplizierten Wendegetriebes oder des verteuernden Umsteuerns im Motor selbst enthoben und können einseitig an der Vervollkommnung nach der Richtung der Vereinfachung weiterarbeiten.

Aber auch auf anderen Gebieten, wie z. B. in der Kanal- und Flußschiffahrt, sprechen Gründe mit, die es nicht erstrebenswert erscheinen lassen, einen möglichst komplizierten Motor zu schaffen, der 99 mal gut umsteuert, aber im Ernstfall beim hundertsten Male versagt, sondern Einfachheit, Verbilligung und Sparen an Bedienungsmannschaft sollte auch hier die Losung sein, wenn angestrebt wird, eine allgemeine Einführung des Motors zu befördern. Wenn hier der selbständige Kahnschiffer gezwungen wird, außer seiner Person am Steuer und seinem Decksmann beim Anker vorne, eventuell seiner Frau in der Küche, für die Bedienung und Manövrierung des Motors noch ein oder zwei Maschinisten zu halten, so verzichtet er lieber auf die ganze Motorenanlage.

Bei der Marine wie bei großen Schiffahrtsgesellschaften liegen die Verhältnisse gewiß viel günstiger; dort mag auch die reine Zweckmäßigkeitsfrage nicht so in die Wagschale fallen, weil Mannschaften doch aus anderen Gründen vorhanden sein müssen, aber in allen anderen Fällen, wo dies nicht zutrifft, wo die wesentlich billigere Dampfmaschine zurzeit bis zur Kraftgrenze von etwa 200 PS ersetzt werden soll, dort wird man mit Recht in Erwägung ziehen, einen billigeren und unbedingt betriebssicheren Motor einzubauen und das Manövrieren, als die einfachste Lösung, in die Schraube zu legen.

Von Seiten der reinen Motorenkonstrukteure, deren Ziel natürlicherweise darin besteht, dem älteren Bruder — der Dampfmaschine — nachzueifern, werde ich vielleicht andere Ansichten hören, aber ich bin sicher, daß es auch andere gibt, die meinen Standpunkt teilen, jene, welche die eventuellen Tücken eines umsteuerbaren Motors gewissermaßen am eigenen Leibe kennen gelernt haben, wenn, um nur ein Beispiel anzurühren, gerade im unglücklichsten Moment, dank eines allzu häufigen Umsteuerns und Manövrierens, die notwendige Luft ausgegangen war — also diejenigen, welche berücksichtigen, daß es etwas grundverschiedenes ist, den separat im Kessel erzeugten Dampf durch verhältnismäßig sehr einfache Mittel oberhalb und unterhalb des Kolbens, durch Verlegen des Exzenters zu dirigieren, als wie beim Ölmotor den ganzen Prozeß des Umsteuerns durch so und soviele Nockenwellen und Hilfszylinder in den Motor selbst zu legen.

Über die Möglichkeit und gewiß gute Lösung des direkten Umsteuerns ist natürlich heute nicht mehr zu diskutieren, aber ein sanftes Umsteuern und ein ganz langsames Fahren, etwa entsprechend 20 Umdrehungen bei der Dampfmaschine, ist meines Wissens ausgeschlossen.

Es wird meines Erachtens derselbe oder ein ähnlicher Beweggrund mitgesprochen haben, als man für das neue Fahrzeug der biologischen Station auf Helgoland, welches Herr Pro-

fessor Romberg auch in seinem Vortrag erwähnt hat, eine Umsteuerschraube für den 75 PS Dieselmotor zur Bedingung machte; jedenfalls war in diesem Jahr in der Zeitschrift „Schiffbau" Nr. 14 zu lesen: „Da für den vorliegenden Fall eine besonders genaue Regulierung der Geschwindigkeit und ein ganz langsames Fahren, besonders beim Fischen notwendig ist, ist der Motor nicht direkt umsteuerbar eingerichtet, sondern mit einer umsteuerbaren Schraube versehen."

Die besonderen Vorschriften sollten wie hier stets aus den praktischen Bedürfnissen der Schiffahrt heraus gemacht werden.

Motorenfabriken, die auch die Wünsche der Werften und Besteller hören, gehen mit dem Propellerlieferanten Hand in Hand. Nur so ist meines Erachtens ein gedeihliches Weiterarbeiten und Vorwärtsschreiten in der gemeinsamen Sache möglich.

Ich könnte noch Dutzende von Beispielen anführen, wo z. B. Kanalschiffahrtsgesellschaften aus wohl erwogenen Gründen der Motorenfabrik direkt vorschrieben, einen Umsteuerpropeller an den bestellten Dieselmotor anzuschließen oder, wo Segelschiffsrhedereien bei allen in Frage kommenden Motorenfirmen Offerten mit umsteuerbaren Segelschrauben verlangten, so daß diejenigen Fabriken, die zufällig noch keine nicht umsteuerbaren Diesel- oder Rohölmotoren bauen, gezwungen waren, zu ihren direkt umsteuerbaren Motoren auch noch umsteuerbare Segelschrauben anzubieten.

Es decken sich diese meine Darlegungen mit vielen schriftlichen und mündlichen Äußerungen maßgebender Motorenfabriken, und es ist daher meine Überzeugung, daß Umsteuerpropeller und Schiffsmotore dieser Größe sich auch in Zukunft vorteilhaft ergänzen werden.

Herr Direktor Saiuberlich-Osterholz:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Herr Professor Romberg hat darauf hingewiesen, daß nur wenige deutsche Fahrzeuge der Hochseefischerei mit Motoren ausgerüstet seien. Die Erklärung hierfür ist darin zu finden, daß die Einführung der Motoren für den Hochseebetrieb tatsächlich mit außerordentlich großen Schwierigkeiten verknüpft ist. Nicht nur die maschinentechnische Seite der Aufgabe, sondern auch die fischereitechnische und vor allen Dingen auch die Bedienungsfrage bedingen Hindernisse, von denen man sich erst bei genauerem Studium einen richtigen Begriff machen kann. Ein Versagen des Motors kann zum Beispiel beim Logger den Verlust der Netze im Werte von 20 000 ℳ zur Folge haben. Man bedenke dabei, daß ein solcher Motorlogger an sich nur etwa 70 000 ℳ kostet. Das ist auch der Grund, weshalb man sich bisher noch nicht entschlossen hat, bei Motorloggern auch die Netzwinde vom Motor aus zu betreiben, sondern einen kleinen Hilfskessel mit Dampfwinde beibehalten hat. Trotz dieser Vorsicht sind immer noch Netzverluste möglich, wenn der Motor nicht im geeigneten Augenblick die Netzwinde entlastet und dadurch das Eintreten von zu hohen Zugspannungen im Netz verhütet. Um der Befürchtung zu begegnen, das Netz könne eventuell in die stetig umlaufende Schraube hineingeraten, kommen schiffbautechnische Maßnahmen in Frage, beispielsweise derart, daß man, um das Netz vorn ausbringen zu können, das Schiff mit einem Hilfsruder am Bug steuert, während der Motor rückwärts geht.

Die Bedienungsmannschaften, welche in Frage kommen, haben eine recht geringe Vorbildung, jedenfalls vom Motorbetrieb keine Ahnung. Für die Bedienung einer 90 PS-Motorenanlage kommt ein einzelner Mann in Frage, welcher von einem zweiten, der auch an Deck tätig sein muß, unterstützt wird. Fachleute zur Ausbildung mitzugeben ist meist unmöglich, da dieselben bei dem oft gewaltigen Arbeiten der Schiffe die Reisedauer meist in horizontaler Lage verbringen, wie die Erfahrung gezeigt hat. Es fehlen eben zu den seetüchtigen Motoren die seetüchtigen Menschen, welche dieselben beherrschen. Dieses Faktum darf nicht unterschätzt werden. Die Motorschiffahrt im allgemeinen würde sich

um so rascher entwickeln, je mehr man sich von berufener Seite um die Ausbildung eines geeigneten Maschinenpersonals kümmern würde. Die baldige Verwirklichung der naheliegenden Idee, Schulschiffe für solche Zwecke zu bauen, würde eine Großtat auf dem Gebiete der Förderung der Motorschiffahrt bedeuten und viele Enttäuschungen ersparen.

Wenn schon die genaueren Betriebsergebnisse der von der Firma Frerichs erbauten Logger noch nicht zur Verfügung gestellt werden können, möchte ich doch der besseren Übersicht halber ergänzend bemerken, daß in der laufenden Fangsaison sieben Logger im Betriebe waren, während weitere fünf Logger sich noch im Bau befinden. Die Logger haben ein Fassungsvermögen von 750 Kantjes und laufen bei etwa 80—90 PS etwa 7,5 Seemeilen. Die Umsteuerung wird durch Drehflügelschrauben bewirkt, welche teils von der Firma Meißner, teils von der Firma Zeise ausgeführt worden sind. Drehflügelschrauben sind zweifellos den Wendegetrieben nach den gemachten Versuchen vorzuziehen. Sie sind erstens betriebssicherer und ermöglichen eine feine Regulierung der Schiffsgeschwindigkeit in weitesten Grenzen. Die genannten sieben Logger haben in diesem Jahre über 20 Reisen gemacht. Wie nicht anders zu erwarten, waren auf der ersten Reise mancherlei Hindernisse zu nehmen, weiterhin aber konnte man durchschnittlich gute Resultate des Motorbetriebes feststellen. Die Maschinisten äußerten sich mit dem Motorbetrieb zufrieden, nachdem sie gerade in diesem Jahre wiederholt Gelegenheit hatten, schwere Stürme durchmachen zu müssen. Insbesondere berichteten sie beispielsweise, daß ihnen bei schwerem Wetter der Motor lieber sei als die Dampfmaschine. Der Maximalfang der Logger betrug 670 Kantjes, eine Zahl, die deshalb interessant ist, weil sie zeigt, daß das durch Einbau des Motors um 25 % gegenüber demjenigen des Dampfloggers vergrößerte Fassungsvermögen praktisch zum Teil schon in Anspruch genommen ist. Ein Dampflogger von gleichen Dimensionen faßt normal nur etwa 600 Kantjes.

Herr Professor Romberg erwähnte, daß bisher nicht der geringste Versuch vorläge, Fischdampfer mit Motoren zu betreiben. Hierzu möchte ich bemerken, daß die Firma Frerichs ein solches Fahrzeug mit einem Motor von 350 PS in Bau genommen hat, in der Absicht, dasselbe im nächsten Herbst zu betreiben.

Schließlich möchte ich nur meiner Überzeugung Ausdruck geben, daß im Wettkampfe der verschiedenen Motorarten untereinander der Dieselmotor mit besonderer Rücksicht auf die zu erwartenden neuen Formen in den Fischereifahrzeugen Sieger bleiben wird — vielleicht bis tief in das Gebiet der Kleinmotoren hinein. Der Weg wird dornenvoll sein, aber seine vornehmen technischen und wirtschaftlichen Eigenschaften werden ihn durch alle Hindernisse und bremsenden Vorurteile hindurchtragen.

Herr Geheimer Legationsrat Rose-Berlin:

Königliche Hoheit, sehr verehrte Herren! In meiner Eigenschaft als Leiter des Deutschen Seefischereivereins, derjenigen Organisation, die nach den Intentionen der Reichsregierung und durch Reichsmittel unterstützt die Interessen der deutschen Seefischerei nach allen Richtungen hin zu fördern berufen ist, habe ich das tief empfundene Bedürfnis, Herrn Professor Romberg im Namen des Vereins unseren besten Dank dafür auszusprechen, daß er dieser angesehenen Gesellschaft, in welcher die Technik einen großen Bestandteil bildet, die Verhältnisse der deutschen Seefischerei und ihre Sorgen näher gerückt hat. Es ist das für den Verein um so dankenswerter, als tatsächlich, wie Herr Professor Romberg erwähnt hat, die deutsche Seefischerei noch ein abgelegenes Gebiet ist. Gerade deshalb werde ich jedem dankbar sein, der dies Gebiet etwas mehr in den Brennpunkt des allgemeinen Interesses bringt, namentlich der Kreise, die berufen sind, es zu fördern. Herr Professor Romberg hat dem Deuschen Seefischereiverein bei dessen Bestrebungen, den Motor in die Seefischerei einzuführen, die tatkräftigste Hilfe geleistet. Er ist nicht nur derjenige gewesen,



der als berufener Spezialtechniker bei Prüfung der von deutschen Firmen hergestellten Motoren für die Seefischerei gesagt hat: hier und da fehlt es, dies und das muß gebessert werden, sondern er hat sich mit der Sache identifiziert und überall Instruktionen und Anleitungen gegeben, damit der deutschen Seefischerei nur durchaus brauchbare Maschinen geliefert würden. Dies hier anerkennend auszusprechen möge mir gestattet sein.

Herr Professor Romberg hat hervorgehoben, ein wie kleiner Teil des deutschen Konsums an Seefischen von der deutschen Seefischerei selbst gedeckt wird. Es ist ein recht unerfreuliches Bild, zu sehen, daß wir nur den dritten Teil dessen, was in unserem Lande konsumiert wird, durch unsere eigene Betriebsamkeit herbeischaffen. Das Bild ist aber noch viel unerfreulicher, wenn man etwas den Schleier lüftet, denn, meine Herren, wir sind noch weit von dem Punkt entfernt, wo in Deutschland der Seefisch ein wahrhaftes Volksnahrungsmittel genannt werden könnte. Wenn man Deutschland mit anderen Ländern vergleicht, so erhält man sehr ungünstige Resultate. Der Jahresverbrauch ist z. B. in Großbritannien, verglichen mit Deutschland, ungefähr der dreifache pro Kopf der Bevölkerung. Diesem Übelstande abzuhelfen, den Seefisch mehr und mehr einzubürgern, ist der Gegenstand von methodischen und systematisch eingeleiteten Bestrebungen des Deutschen Seefischereivereins, die schon seit drei bis vier Jahren im Gange sind und die natürlich im letzten Winter durch die eingetretene Teuerung einen mächtigen Anstoß erhalten haben. Ich glaube, daß das, was wir und andere Kreise tun, um große Bevölkerungskreise über den Wert der Seefischnahrung zu instruieren, um die Frauen praktisch durch Veranstaltung von Seefischkochkursen darüber zu belehren, was aus Seefischen alles gemacht werden kann, daß diese Bestrebungen sicherlich sehr bald ihre Wirkungen dahin äußern werden, daß der Seefischverbrauch bedeutend zunimmt. Dazu helfen auch die Hilfsmittel der modernen Technik, der Kälteindustrie, die es ermöglichen, den Fisch bis an die äußersten Grenzen unseres Vaterlandes in bester Beschaffenheit heranzubefördern.

Wenn wir nun annehmen, daß der Konsum der Seefische ein stark wachsender sein wird, dann ist der Gedanke, daß wir selbst so wenig heranschaffen, ungemein niederdrückend; da muß natürlich Wandel geschaffen werden, was allerdings nicht so einfach ist. Herr Professor Romberg hat erwähnt, daß wir unter einer scharfen Konkurrenz des Auslandes leiden, das zumeist seine Fischgründe sehr viel näher bei sich belegen hat als wir. Dieser Druck der ausländischen Konkurrenz wird — das kann man sagen — für die nächsten Jahre nicht nachlassen, er dürfte vielmehr noch zunehmen, denn die Betriebsmittel, die dazu dienen, den gefangenen Seefisch vom Auslande zu uns hineinzuführen, werden in unseren Tagen, im Zeitalter des Verkehrs, von Tag zu Tag vollkommener. Ich will hier nur erwähnen, daß die vor zwei Jahren erfolgte Eröffnung der Fähre von Trelleborg nach Saßnitz die Einfuhr von Fischen aus den skandinavischen Ländern, speziell aus Schweden, nach Deutschland ganz enorm befördert hat.

Wir befinden uns also in einer sehr schwierigen Lage, und es gilt für die deutsche Seefischerei und für alle Kreise, die sie zu fördern bereit sind, alle Kräfte anzuspannen. Herr Professor Romberg hat mit Recht betont, daß da die Technik eine ganz bedeutende Rolle spielt; sie hat allerdings, wenn sie sich der Fischerei annehmen will, eine nicht ganz leichte Aufgabe. Es ist unbedingt notwendig, daß, wie schon unsere Erfahrung bei Einführung des Motors in die Kleinfischerei gezeigt hat, ein ganz enger Kontakt zwischen der Technik und der Seefischerei besteht, den Leuten, die berufen sind, auf See die von der Technik hergestellten Maschinen zu bedienen und davon Nutzen zu ziehen. Das Menschenmaterial der deutschen Seefischerei ist gewiß ein außerordentlich tüchtiges und braves, aber man kann nicht sagen, daß ihm gerade die Gabe in großem Maße verliehen sei, sich mitzuteilen, seine Erfahrungen auch in Worten zusammenzufassen. Die Technik muß diese Schwierigkeit überwinden, sie muß sich, ich möchte sagen, mit Liebe dieses Zweiges unserer



nationalen Betätigung annehmen. Ich möchte Sie deshalb, meine Herren, bitten, daß Sie das Interesse, das viele von Ihnen schon bisher den Bestrebungen des Deutschen Seefischereivereins gezeigt haben, das viele vielleicht heute aus diesem Saale infolge des Vortrages von Herrn Professor Romberg mitnehmen, uns möglichst warm erhalten mögen zum Segen und zur Wohlfahrt eines höchst wichtigen nationalen Gewerbes.

Herr Professor F. Romberg-Charlottenburg (Schlußwort):

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Ich möchte mich möglich kurz fassen.

Ich bin zunächst Herrn Geheimrat Flamm zu lebhaftem Danke verpflichtet, daß er meine Ausführungen bezüglich des Fahrzeuges für die Biologische Station Helgoland in so interessanter Weise ergänzen konnte.

Was die Äußerungen des Herrn v. Essen anbetrifft, so möchte ich einige Unrichtigkeiten, die ihm offenbar untergelaufen sind, richtig stellen. Ich habe nicht gesagt, daß man den Fischern sagen soll, wie tüchtig und brav sie sind. Ich habe hier nur versucht, ein objektives Bild von dem tüchtigen und wirklich guten Charakter dieser Leute zu geben. Daß man ihnen das gleich weiter sagen soll, habe ich gar nicht erwartet und angenommen.

Dann hat Herr v. Essen gesagt, daß der Bronsmotor doch nicht eine so einfache Maschine sei, wie ich es dargestellt habe. Darauf möchte ich erwidern: sie ist so einfach, wie man einen Hochdruckmotor bauen kann. Ich habe ja selber die noch größere Einfachheit des Glühhaubenmotors gegenüber dem Bronsmotor hervorgehoben; das ist wohl klar aus meinen Ausführungen hervorgegangen. Aber ich habe auch auf die Nachteile der Glühkopfmaschine gegenüber dem Hochdruckmotor hinweisen müssen. Hochdruckmotor bleibt eben Hochdruckmotor! Dagegen ist nichts zu sagen, und damit ist eine Reihe von Komplikationen unabänderlich verbunden, an denen nun einmal nichts zu ändern ist.

Der Kompressor soll namentlich schuld sein an der mangelnden Einfachheit, er soll angeblich leicht undicht werden können. Gewiß kann er mal undicht werden; aber wenn er gut gebaut wird, passiert das nicht leicht. Jedenfalls sind mir aus meiner Erfahrung heraus Bronsmotoren und vor allen Dingen ja auch zahlreiche Dieselmotoren bekannt, die zu erheblichen Anständen bezüglich der Kompressoren nicht geführt haben; die Mängel nach der Richtung hin sind nie besonders bedeutend gewesen.

Weiter ist von Herrn v. Essen erwähnt worden, daß das Prinzip des Glühhaubenmotors von der Firma Swiderski stamme. Das wußte ich bisher noch nicht. Das ist mir neu. Mir ist nur bekannt — und das finden Sie auch in der Literatur — daß das Prinzip des Glühhaubenmotors aus England stammt, und zwar von den Engländern Hornsby-Akroyd im Jahre 1892 zuerst durchgeführt wurde.

Es wurde auch gesagt, daß der Glühhaubenmotor eine Gefahr biete in bezug auf die Heizung der Glühhaube durch eine Lampe. Gewiß liegt darin eine Gefahr. Das ist keine Frage. Überall, wo offenes Feuer auf einem Boot ist, gleichzeitig mit Petroleum, ist schon eine gewisse Gefahr vorhanden. Schließlich kann man sagen, daß, wenn der Fischer sich etwa die Pfeife anzündet, natürlich bei Vorhandensein von Petroleumvorräten daraus auch schon eine Gefahr resultiert. Ich glaube aber, wenn man diese Gefahr noch weiter einschränken will — ganz zu vermeiden ist sie überhaupt nicht; sobald Petroleum und ähnliche Brennstoffe an Bord sind, entsteht immer eine gewisse Gefahr — muß man eben die komplizierteren Motoren, die Hochdruckmotoren, in den Kauf nehmen. Dann ist diese Gefahr auf ein Minimum heruntergesetzt, denn da haben wir kein offenes Licht, keine Zündung außerhalb des Motors usw. Solche Mängel müssen eben den Vorteilen gegenüber der Glühhaubenmaschine zuliebe in den Kauf genommen werden. So ist es ja immer in der Praxis: wo Licht ist, ist Schatten, wo viele Vorteile sind, sind auch Nachteile.



Dann ist erwähnt worden, daß der Hering zur Annahme des Petroleumgeruchs neige. Gewiß, das habe ich ja auch bereits ausdrücklich zugegeben. Aber ich vermute, daß in den meisten Fällen, wo man Petroleumgeruch am Hering wahrnimmt, wenn man ihn im gewöhnlichen Leben zu Gesicht bekommt, die Ursache die Petroleumhände des Kolonialwarenhändlers sind. (Heitere Zustimmung.)

Ich habe dann ferner noch Herrn Direktor Saiuberlich zu danken für die interessanten Ergänzungen, die er bezüglich der in Aussicht stehenden größeren Fischereimotorfahrzeuge gebracht hat.

Weiter möchte ich auch danken Herrn Geheimrat Rose für die liebenswürdigen, anerkennenden Worte, die er bezüglich meiner Tätigkeit für die Seefischerei hier ausgesprochen hat. Ich möchte ferner nicht schließen, ohne meinen Dank noch nach verschiedenen anderen Richtungen auszusprechen. Zunächst an den Deutschen Seefischereiverein für sein jederzeitiges freundliches Entgegenkommen gegenüber meinen Wünschen. Insbesondere bin ich zu lebhaftem Danke verpflichtet dem technischen Beirat dieses Vereins, Herrn Kapitän zur See Dittmer, der mir seine langjährigen Erfahrungen, die viel weiter reichen als die meinigen, jederzeit in der freundlichsten und entgegenkommensten Weise verfügbar gemacht hat. Ich habe endlich zu danken den verschiedenen Motorfabriken, welche mir durch die freundliche ausgiebige Überlassung von Zeichnungen die Vorbereitung des Vortrages wesentlich erleichtert haben, und endlich möchte ich nicht schließen, ohne der treuen Mitarbeit zu gedenken, die mir meine Assistenten geleistet haben, und zwar Herr Diplomingenieur Poehlmann, Konstruktionsingenieur an der Technischen Hochschule, und der Schiffsbaustudierende Herr Mahler. (Beifall.)

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Es ist bereits das zweite Mal, daß wir Herrn Professor Romberg einen interessanten Vortrag über Ölmaschinen verdanken. Wir alle sind dem Vortrag gern gefolgt, weil er uns Zeugnis ablegt von den großen Fortschritten, die wir auf diesem Gebiet in der zwischen den beiden Vorträgen liegenden Zeit zurückgelegt haben. Ich spreche daher Herrn Professor Romberg unsern herzlichsten Dank aus.



XII. Studien und experimentelle Arbeiten zur Konstruktion meines Großölmotors.

Vorgetragen von ***H. Junkers****-Aachen.*

Über die Dieselmaschine sind in den letzten Jahren, dank dem ihr entgegengebrachten Interesse, viele bemerkenswerte und mehrere inhaltreiche und erschöpfende Vorträge gehalten worden, welche vornehmlich die Wirkungsweise, die Konstruktionseinzelheiten, die Anpassungsfähigkeit an besondere Verhältnisse, die Betriebsergebnisse usw. von bekannten Dieselmaschinen zum Gegenstande hatten. Der von mehreren Seiten mir gegebenen freundlichen Anregung, mich ebenfalls zu dieser Frage zu äußern, glaubte ich dadurch entsprechen zu sollen, daß ich einiges über meine Arbeiten auf diesem Gebiete, über die Studien und experimentellen Arbeiten, welche die Entwicklung meines Großölmotors begleitet haben, mitteile und die Hauptgesichtspunkte, welche zur konstruktiven Gestaltung desselben geführt haben, zur Besprechung bringe, in der Hoffnung, daß dieselben zum Meinungsaustausch, der das beste Mittel bildet, um eine neue schwierige Sache zu fördern, beitragen werden.

Es ist bekannt, daß man die Konstruktion einer noch so guten, allen technischen und wirtschaftlichen Anforderungen Rechnung tragenden kleinen Maschine nicht ohne weiteres auf größere Verhältnisse übertragen kann. Die Vergrößerung der Dimensionen unter Beibehaltung des konstruktiven Aufbaues kann nicht allein zu Schwierigkeiten in der Herstellung und zu unzulässigen Folgeerscheinungen im Betriebe, sondern auch zu einer völligen Verschiebung der wirtschaftlichen Verhältnisse führen, denn die die Gesamtwirtschaftlichkeit einer Maschine ausmachenden Einzelposten ändern sich keinesfalls in gleichbleibendem Verhältnis zu den Abmessungen. Für die konstruktive Gestaltung des Großmotors sind verschiedene wesentliche Gesichtspunkte, welche für die Konstruktion des Kleinmotors entfallen bezw. weniger wichtig sind, maßgebend, deren eingehende Behandlung erforderlich war, und auf die sich meine Arbeiten und Stu-

dien in erster Linie erstreckt haben. Von diesen Arbeiten möchte ich einige, welche sich als besonders beachtenswert herausgestellt haben, herausgreifen. Selbstverständlich geben dieselben kein erschöpfendes Bild der angestellten Untersuchungen und Arbeiten, ebenso sind die aus denselben abgeleiteten Richtlinien für die Konstruktion *allein* nicht entscheidend für die Brauchbarkeit und Güte einer Maschine; diese kann nur beurteilt werden, wenn *alle* an sie zu stellenden Anforderungen für das betreffende Verwendungsgebiet berücksichtigt werden. Es kann eine einzige scheinbar unwichtige Forderung (z. B. Zuverlässigkeit der Schmierung, Zündung usw.) durch die sonstigen noch so vorzüglichen Eigenschaften einer Maschine nicht aufgewogen werden, wenn diese unscheinbare Eigenschaft für das betreffende Verwendungsgebiet eine unerläßliche ist. Die entscheidende Beurteilung über die Brauchbarkeit und den Wert einer Maschine läßt sich also nur an der fertigen Maschine *im ganzen* vornehmen, und zwar an Hand derjenigen Eigenschaften, die für das betreffende Verwendungsgebiet verlangt werden. Es soll deshalb zum Schluß versucht werden, an Hand derjenigen Forderungen, die auf dem die Schiffbautechnische Gesellschaft interessierenden Gebiete des Handels- und Kriegsschiffbaues gestellt werden, die Brauchbarkeit der aus meinen Arbeiten hervorgegangenen Maschine im ganzen zu prüfen.

Es mögen zunächst die aus der Forderung eines geringen Brennstoffverbrauches sich ergebenden Bedingungen kurz besprochen werden.

Die Thermodynamik zeigt in klarer und unanfechtbarer Weise den Weg an, wie man zu einer hohen Ausnutzung des Brennstoffes gelangt. Sie lehrt uns, daß allein das von dem Expansionsverhältnis abhängige Temperaturgefälle entscheidend ist für den Prozentsatz des in nutzbare Arbeit umsetzbaren Anteiles der zugeführten Wärmemenge. Es ist interessant, daß die erste brauchbare Verbrennungsmaschine, die atmosphärische Maschine von Otto und Langen, ein sehr weitgehendes Expansionsverhältnis verwirklichte und deshalb einen niedrigen Brennstoffverbrauch aufwies. Diese Maschine konnte aber, abgesehen von anderen Mängeln, wegen ihres großen Arbeitsvolumens für die Leistungseinheit als größere marktfähige Maschine nicht in Betracht kommen. Letzteres ist eine Folge einerseits des geringen mittleren Druckes im Arbeitsdiagramm, andererseits der geringen Anzahl der minutlichen Arbeitshube. Zur Charakterisierung der Größe des Arbeitszylinders sei z. B. erwähnt, daß die atmosphärische Maschine von $^{3}/_{4}$ Pferdestärken ein Arbeitsvolumen von etwa 20 Liter hat, während die später zu beschreibende Doppelkolben-Ölmaschine mit demselben Arbeitszylindervolumen etwa 100 Pferdestärken leistet.

Schon Otto selbst hatte in klarer Erkenntnis der Notwendigkeit, kleine Zylindervolumina für die Leistungseinheit zu schaffen, mit seinem bekannten, genial durchgearbeiteten Viertaktmotor die Expansion in ein höheres Druckniveau verlegt, dabei aber einen Rückschritt insofern gemacht, als er das Expansionsverhältnis, welches bei der atmosphärischen Maschine etwa $\frac{10}{1}$ betrug, auf etwa $\frac{2,5}{1}$ verringerte und infolgedessen den Brennstoffverbrauch für die Leistungseinheit erhöhte. Es ist natürlich, daß besonders für die Ausbildung von Großmotoren das Bestreben darauf gerichtet sein mußte, nicht allein das Arbeitsvolumen zu verringern, sondern auch (zwecks Verminderung des Brennstoffverbrauches) das Expansionsverhältnis zu vergrößern. Diese Vergrößerung des Expansionsverhältnisses suchte man dadurch zu erreichen, daß man das Expansionsvolumen, welches bei Otto gleich dem Kompressionsvolumen ist, über letzteres hinaus vergrößerte, indem man an der Höhe des Kompressionsdruckes im wesentlichen festhielt. Auf diese Weise ließ sich aber eine bedeutende Verbesserung der Expansion nicht erreichen, weil ein Arbeiten im Vakuum, wie bei der Dampfmaschine, bei Verbrennungsmotoren nicht in Betracht kommen konnte. Der Weg, um zu größerer Expansion zu gelangen, nämlich durch eine gesteigerte Kompression der Gase, war theoretisch bereits richtig erkannt, aber praktisch nicht verwirklicht worden, teils weil man sich scheute, die hohen Drucke anzuwenden, teils weil die Verwirklichung derselben mit Übelständen und Schwierigkeiten verschiedener und mannigfaltiger Art verknüpft waren.

Die zusammen mit Herrn von Öchelhäuser angestellten Versuche in der gemeinsamen Gasmaschinen-Versuchsanstalt zu Dessau in den Jahren 1889—1894 zeigten nun, daß es technisch und wirtschaftlich durchaus möglich war, selbst bei Anwendung des Zweitaktverfahrens mit viel höherem Kompressionsdruck zu arbeiten als bis dahin geschehen und dadurch ein weitgehendes, entsprechend größeres Expansionsverhältnis und niedrigen Brennstoffverbrauch bei hohem mittleren Druck und hoher minutlicher Umdrehungszahl, d. h. bei geringem Zylindervolumen pro Leistungseinheit zu erzielen, und zwar trotz des hohen Expansionsenddruckes (Auspuffdruckes). Fig. 1—5 zeigen Diagramme von einer Einkolben-Zweitaktmaschine, an der eingehende Versuche mit hohen Kompressionsspannungen ausgeführt wurden.

In Fig. 6 ist eine Abbildung der ersten v. Oechelhäuser- und Junkers-100-PS-Versuchsmaschine aus dem Jahre 1892 dargestellt. Die Figuren 7—9 stellen Diagramme dieser Maschine dar. Zu beachten ist u. a. in Fig. 8 die erreichte hohe Kompressionsspannung von 19 Atm., der Explosionsdruck von 68 Atm., der mittlere

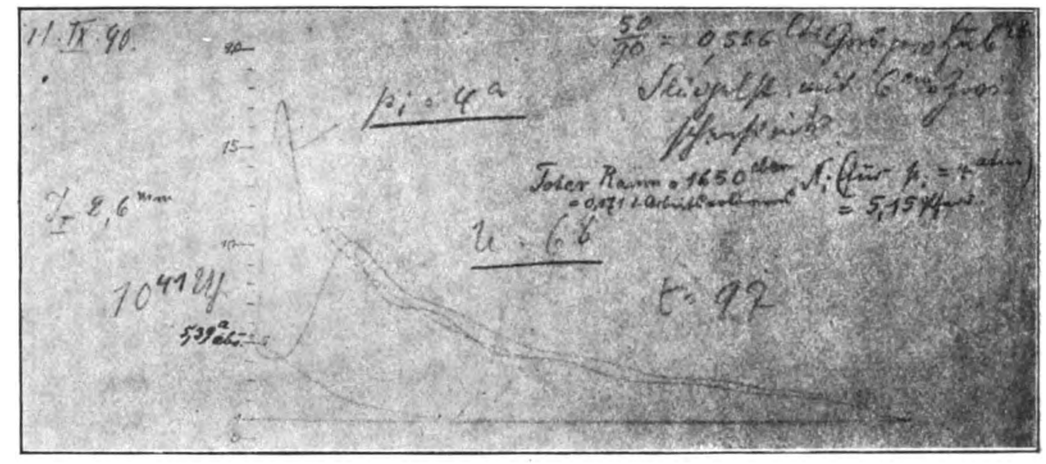


Fig. 1.

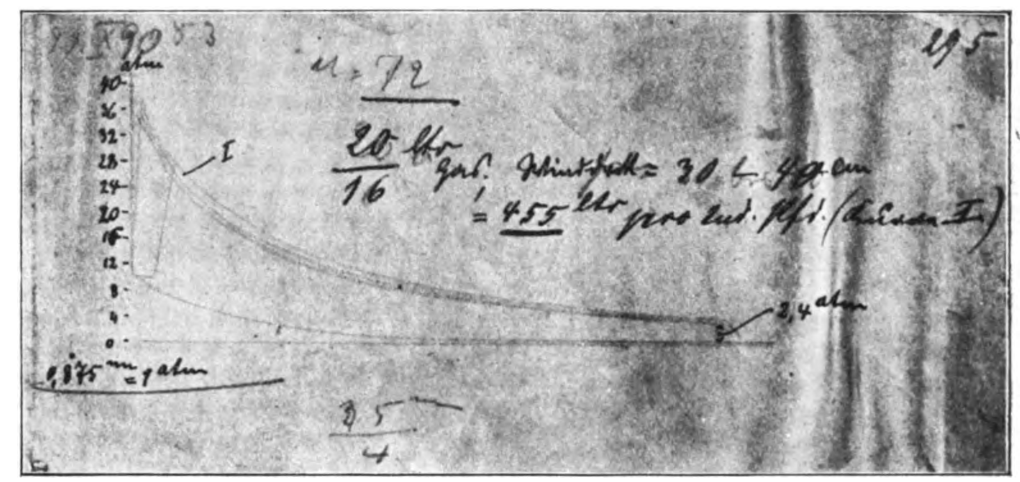


Fig. 2.

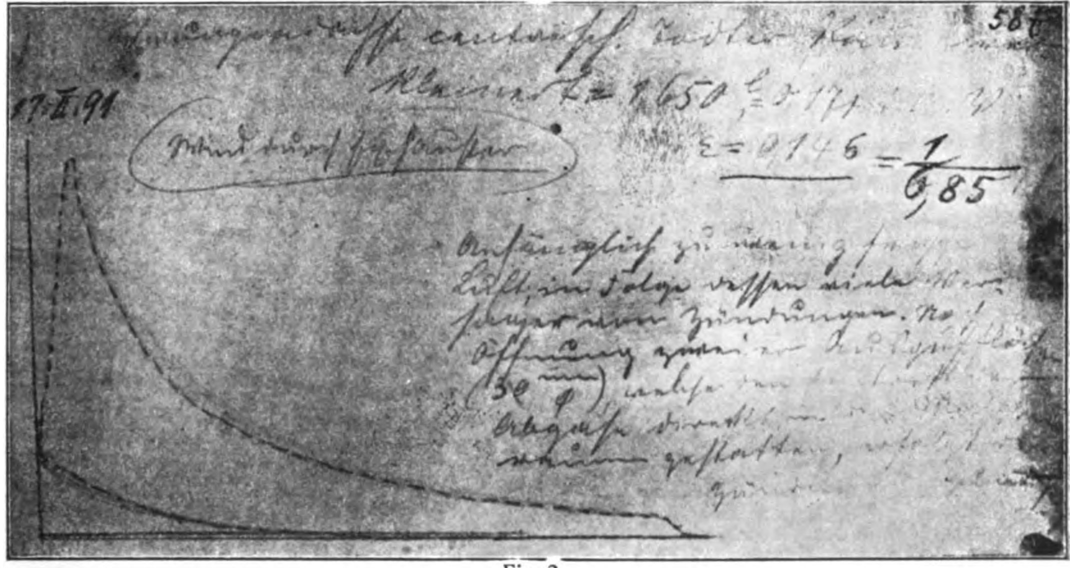


Fig. 3.

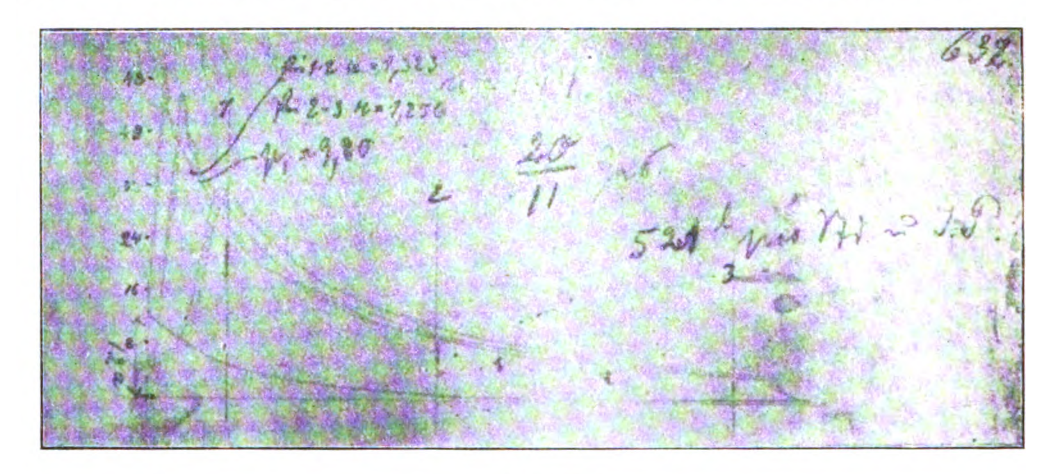


Fig. 4.

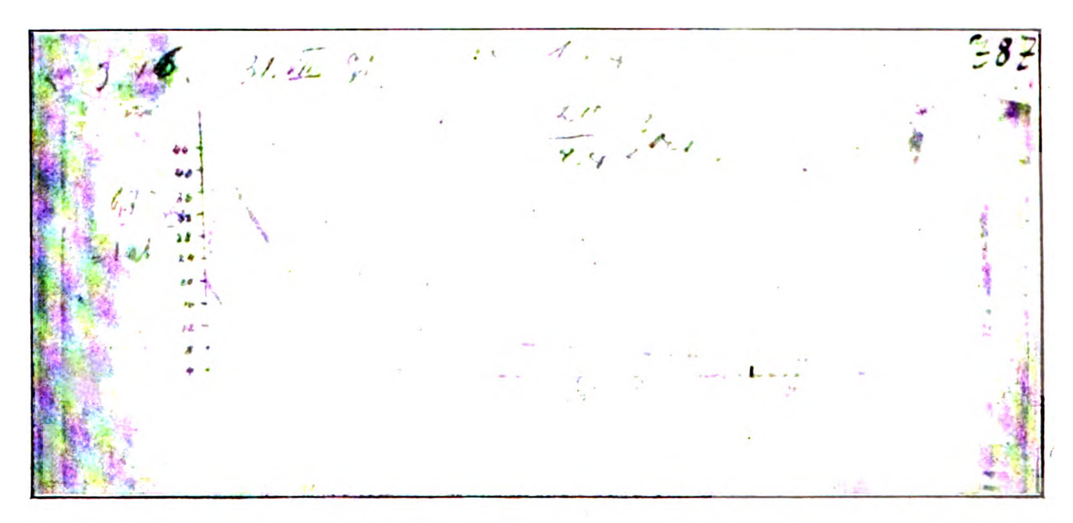


Fig. 5.

indizierte Druck von 10,3 Atm. und der Gasverbrauch ohne Pumpen von 334 Liter/PSi bei 160 Umdrehungen. Fig. 10 zeigt zum Vergleich ein Diagramm einer 60 PS Deutzer Zwillings-Viertakt-Gasmaschine aus jener Zeit (1891). Bemerkenswert ist hier der niedrige Kompressionsdruck von etwa 2,5 Atm., der Explosionsdruck von 10 Atm., der mittlere Druck von 4,1 Atm. und der Gasverbrauch von 624 Liter/PSi bei 140 Umdrehungen. In Fig. 11 sind die beiden Diagramme der Fig. 8 und 10 in gleichem Druckmaßstab übereinander gezeichnet. Dieses Bild läßt den großen Einfluß der gesteigerten Expansion erkennen, wie sie bei der v. Oechelhäuser- und Junkers-Maschine angewendet wurde.

Ermöglicht wurde dieses erfreuliche Ergebnis, welches mit einem Schlage den Brennstoffverbrauch auf etwa 60 % des im damaligen Otto-Motor benötigten

herabbrachte bei einer gleichzeitigen Steigerung des mittleren Druckes bis auf etwa 12 At., dadurch, daß in eingehender systematischer Arbeit sämtliche auf den Arbeitsprozeß der Gasmaschine und auf seine technisch-wirtschaftliche Durch-

Erste Doppelkolbengasmaschine. System Oechelhäuser und Junkers vom Jahre 1892.

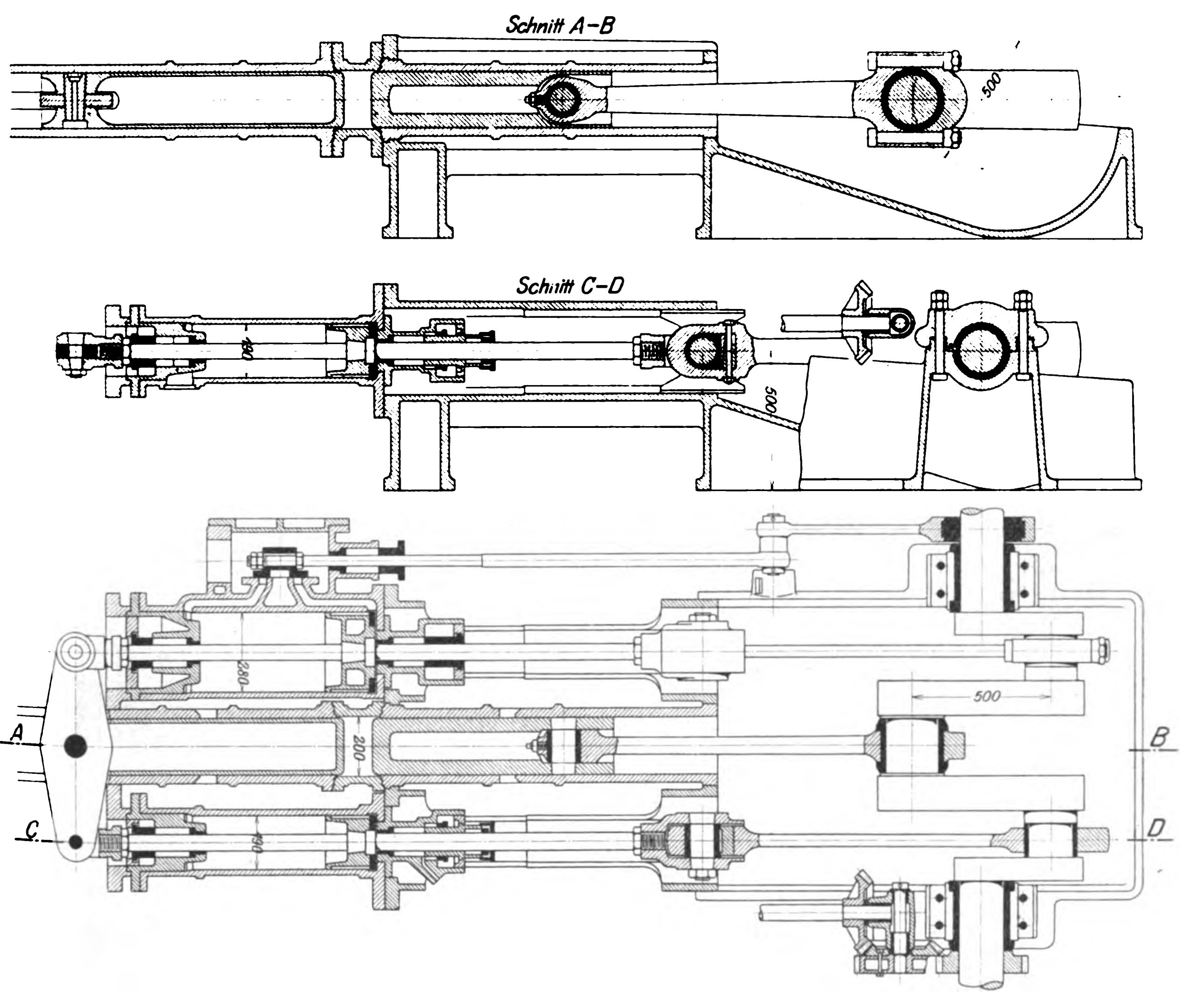


Fig. 6.

führung sich geltend machenden Einflüsse nach Art und Umfang im einzelnen untersucht wurden und auf Grund der erlangten Erkenntnis diejenige konstruktive Gestaltung erarbeitet wurde, welche den gefundenen Bedingungen am besten Rechnung trug.

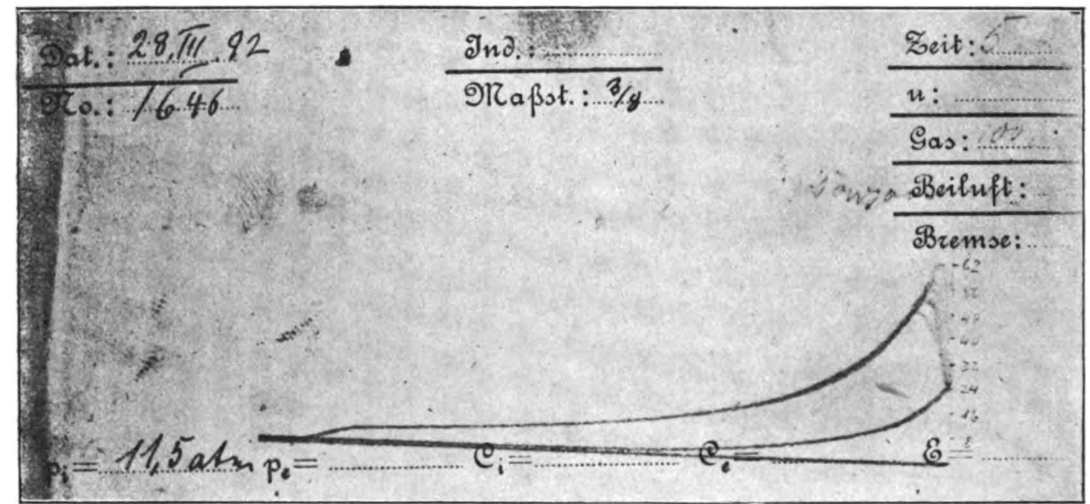


Fig. 7.

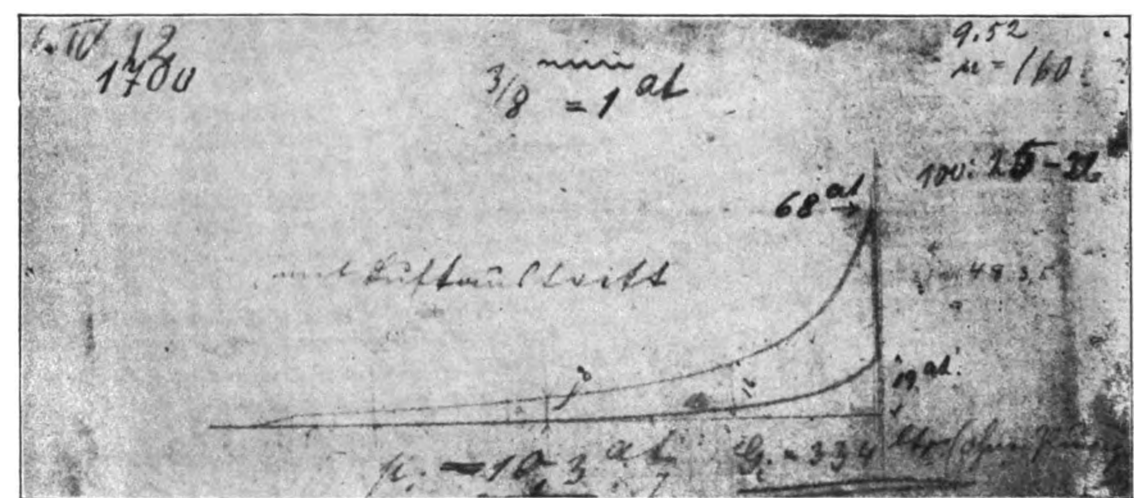


Fig. 8.

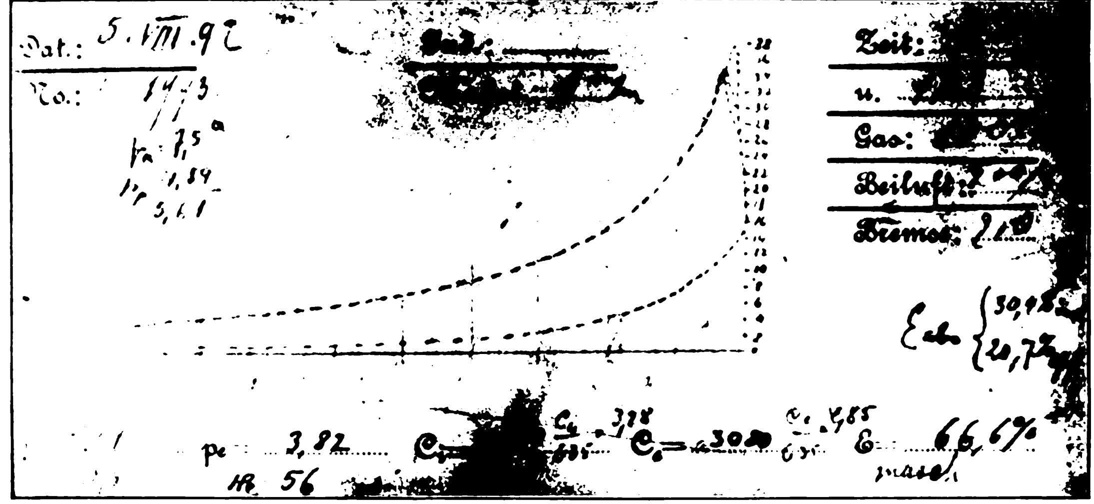


Fig. 9.

Von den oben erwähnten Einflüssen wurde dem Übergang der Wärme an die Wandung der Verbrennungsmaschine vornehmlich während und gleich nach der Verbrennung von vornherein eingehende

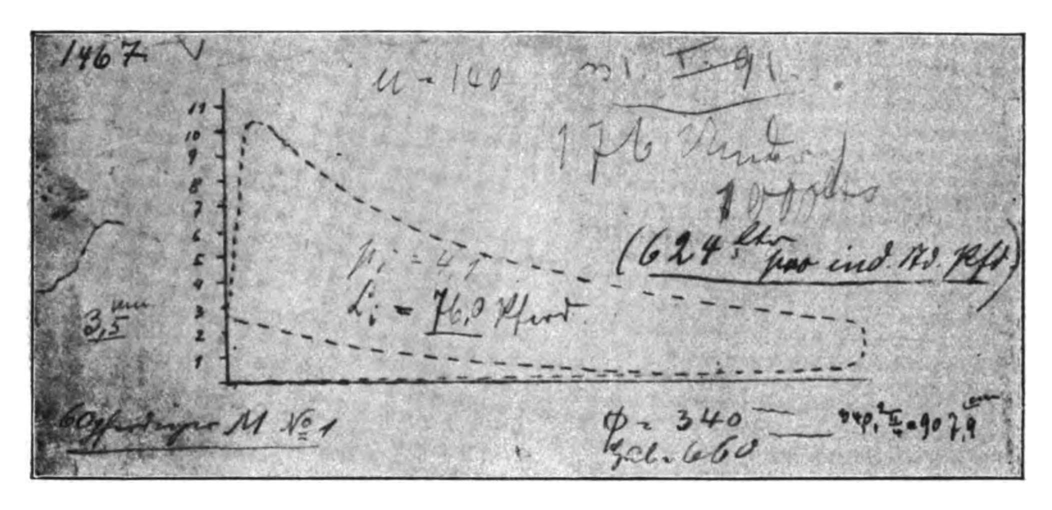


Fig. 10.

Beachtung geschenkt und derselbe bei der Konstruktion der Versuchsmaschinen gebührend berücksichtigt.

Wenn man bedenkt, daß etwa ein Drittel derjenigen Brennstoffmenge, welche auf dem Rost eines eine tausendpferdige Dampfmaschine speisenden Dampfkessels verfeuert wird, in dem kleinen Zylinder einer gleich starken Verbrennungsmaschine verbrennt, dessen Verbrennungsraum etwa ein Zweihundertstel des im Dampfkessel benötigten Raumes beträgt, und daß überdies die Zeit der Verbrennung hierbei weniger als ein Zehntel der gesamten Zeit andauert, so kann man sich schon einen Begriff von der ungeheuren Intensität des Verbrennungsvorganges in einer Verbrennungsmaschine machen und man fragt sich erstaunt, wie dies möglich ist.

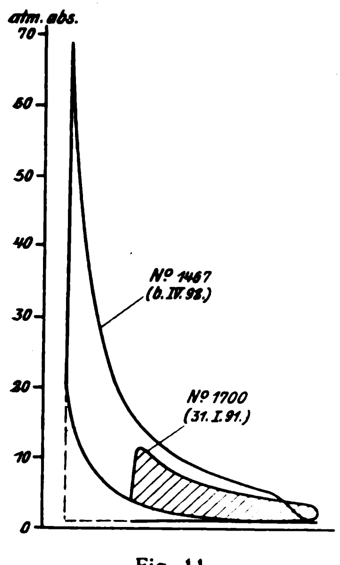


Fig. 11.

Mißt man nun die Wärmemenge, welche an die Wandung des Verbrennungszylinders abgegeben wird, aus der Menge und Temperaturerhöhung des Kühlwassers, so kommt man ebenfalls zu überraschenden Ergebnissen, welche man vergeblich mit den auf Grund der landläufigen Hypothesen über die Wärme-

übertragung berechneten Zahlen in Einklang zu bringen sucht. Vergleicht man, um sich eine Vorstellung von der Größe des Wärmeüberganges in der Verbrennungsmaschine zu machen, die im Verbrennungszylinder an die Wandung übergehende Wärmemenge mit derjenigen, welche im Dampfkessel an die Wandung abgegeben wird, so findet man, daß erstere ein vielfaches von letzterer beträgt, wenn man beide auf gleiche Gesamtzeit und gleiche Oberfläche bezieht, trotzdem der Wärmeübergang in der Verbrennungsmaschine nur während weniger als der halben Zeit stattfindet, nämlich während der Ver-

Vergleich der Wärmeübertragung im Zylinder einer Verbrennungsmaschine (Diagr. I) und in einem Dampfkessel (Diagr. II), für je 1000 PSe.

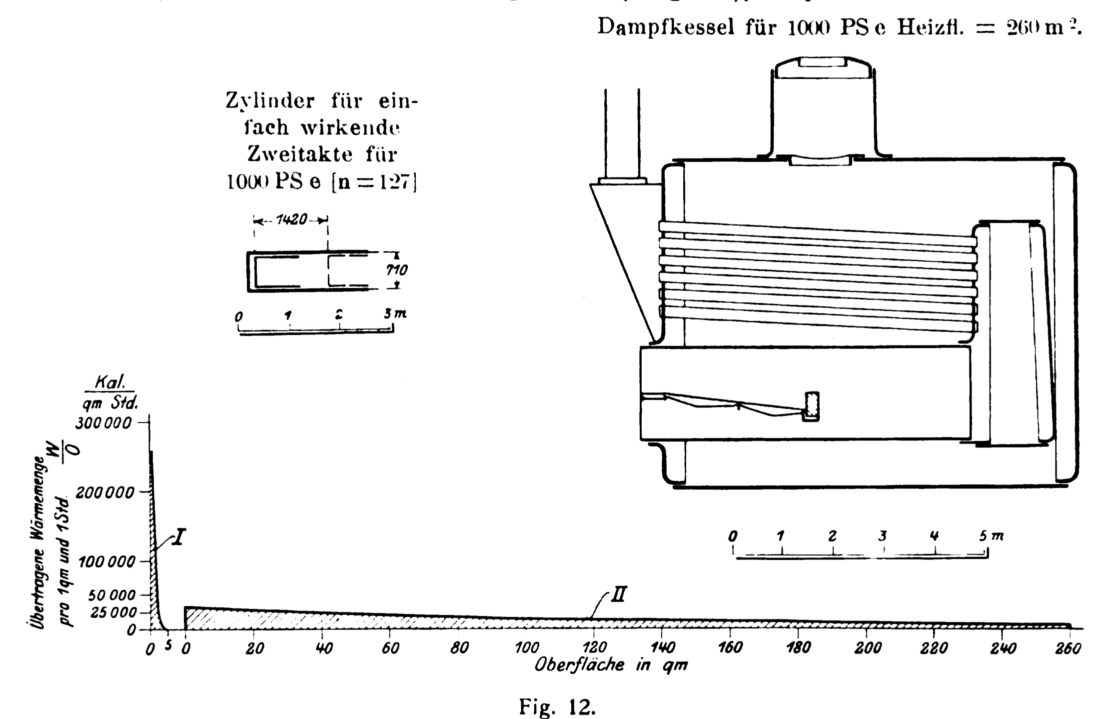


Fig. 12.

brennungs- und Expansionsperiode. Dieser Vergleich ist in Fig. 12 ausgeführt: Es sind im gleichen Maßstabe ein Gasmaschinenzylinder und ein Dampfkessel für je 1000 PS nebeneinander gezeichnet und darunter die für 1 qm und Stunde übertragene Wärmemenge in ihrer Verteilung auf die einzelnen Teile der Wandung im gleichen Maßstabe dargestellt. Man ersieht die enorme Wärmebeanspruchung des Zylinders. Wäre die Messung der Wärmemenge nach der angegebenen Methode nicht unanfechtbar, so würde man sicher an ihrer Richtigkeit zweifeln; so aber bleibt nichts anderes übrig, als nach neuen Hypothesen zu suchen, welche mit den Tatsachen einigermaßen in Einklang stehen.

Die schädlichen Wirkungen, welche sich aus dem starken Wärmeübergang hinsichtlich der Wärmewirtschaft, in viel höherem Maße aber noch hinsichtlich der Betriebssicherheit ergeben, sind derart, daß sie für die Konstruktion von Großverbrennungsmaschinen eine geradezu grundlegende Bedeutung haben.

Tatsächlich sind es auch die intensive andauernde Wärmeaufnahme der Wandung, welche eine intensive Kühlung erforderlich macht, und der gewaltige Wärmedurchgang, welcher hohe Temperaturdifferenzen und riesige Materialspannungen erzeugt, denen die Schuld an so vielen Mißerfolgen beizumessen ist, und die bei der Einführung des Großmotors in die Praxis so viele Opfer gefordert haben und fordern. Sie geben auch eine völlige Erklärung für solche Fälle, wo in langjähriger Entwicklung erprobte Konstruktionselemente und Konstruktionsregeln der Dampfmaschine in der Anwendung auf die Verbrennungsmaschine versagten.

Bei dieser Sachlage ergibt sich von selbst die Wichtigkeit der Kenntnis der für die Wärmeübertragung maßgebenden Einflüsse. Da nun auf dem Gebiete der Wärmeübertragung gerade bezüglich derjenigen Einflüsse, die in der Verbrennungsmaschine eine entscheidende Rolle spielen, bei den Physikern und Ingenieuren noch die größte Unklarheit herrscht, so glaubte ich die Bearbeitung der Konstruktion des Großölmotors mit Untersuchungen zur Beseitigung dieser Unklarheiten Hand in Hand gehen lassen zu müssen. Der Weg zur Erreichung dieses Zieles war ein sehr beschwerlicher, da bei Durchführung der erforderlichen experimentellen Untersuchungen die übliche Methode, einzelne Einflüsse gesondert zu ändern, während alle übrigen Umstände unverändert bleiben, sich nur in sehr beschränktem Umfange durchführen ließ.

Es handelte sich deshalb vor allen Dingen darum, die Mängel in der Exaktheit des Vorgehens durch eine vermehrte Kontrolle der Ergebnisse möglichst auszugleichen und das zu erstrebende Ziel weniger in der Erreichung großer Einzelgenauigkeit bei Anwendung der gegebenen Untersuchungsmethoden und Instrumente, als in der Prüfung der Zuverlässigkeit dieser Methoden und ihrer Anwendung selbst zu erblicken. Das Mittel, dieses Ziel zu erreichen, konnte nur darin gesucht werden, daß die gleiche Aufgabe auf möglichst vielen, möglichst voneinander abweichenden Wegen verfolgt wurde. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Versuchen nach zum Teil erweiterten, zum Teil ganz neuen Methoden angestellt. Ich beabsichtige, in nächster Zeit an anderer Stelle ausführlicher über meine Versuche über Wärmeübertragung und die damit zusammen-

hängenden Fragen zu berichten und will deshalb hier nur einen kurzen Überblick über die Art der Untersuchungen geben. Hierher gehören vor allem:

Versuche über Verbrennung und Abkühlung der Verbrennungsgase in geschlossenen Gefäßen von unveränderlichem Volumen und von verschiedener Größe und Gestalt innerhalb weiter Druckgrenzen und unter Anwendung verschiedener Arten der Einleitung der Verbrennung und unter Erzeugung von Wirbelung durch geeignete Mittel.

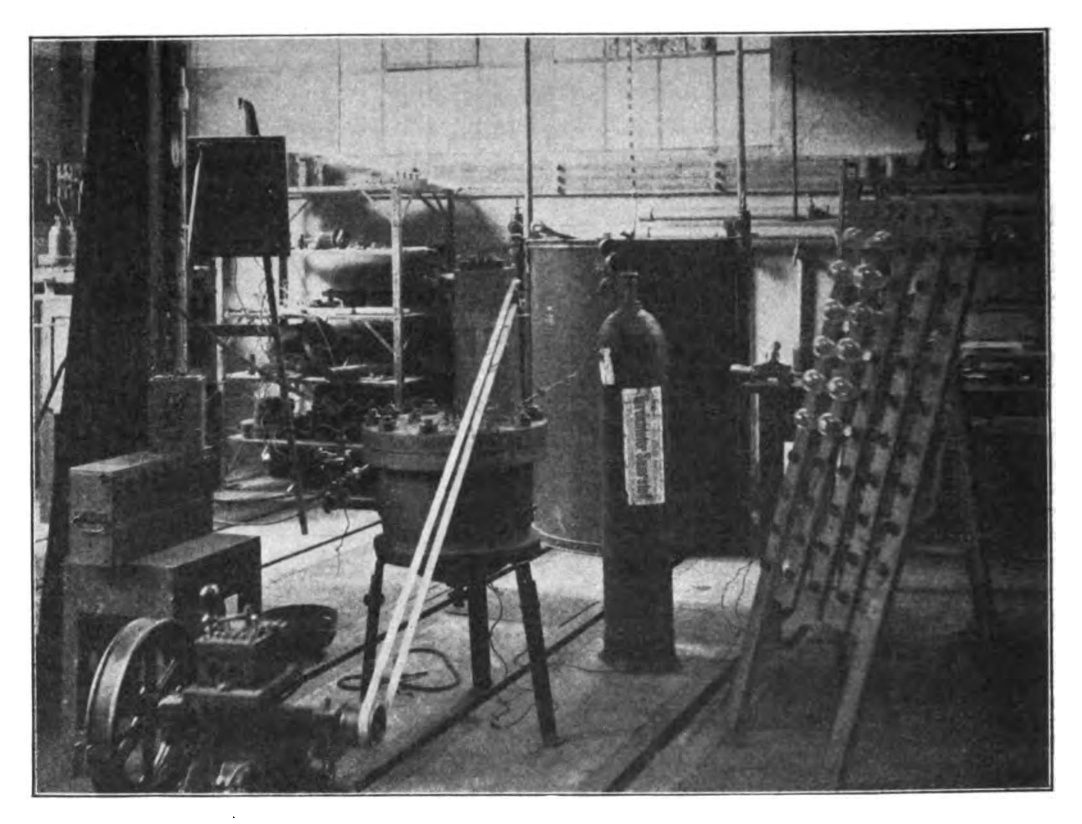


Fig. 13.

Diese sogenannten Bombenversuche stellen eine erste Annäherung an die Verhältnisse der Verbrennungsmaschine dar. Der Einfluß der Kolbenbewegung ist hier ausgeschaltet. In den Fig. 13—15 sind Anordnungen und einige Resultate dieser Versuche dargestellt.

Fig. 13 zeigt in der Mitte ein starkwandiges Gußeisengefäß, die sogenannte Bombe. Es wird mit einem Gasluftgemisch von bestimmter Zusammensetzung und bestimmtem Anfangsdruck aufgefüllt. Man erkennt ferner die Armatur zur Einleitung der Verbrennung des Gasgemisches (Zündkerze, Kondensatorfunken,

Knallquecksilberpatrone), die Apparate zur Messung des Gasdruckes während und nach der Verbrennung (Membrane-Indikator mit Spiegel) und die Vorrichtung zur Aufzeichnung des Gasdruckes nach der Zeit auf eine rotierende Trommel, welche durch einen kleinen Elektromotor angetrieben wird.

Je nach der Stärke des Gasgemisches und der Größe seines Anfangsdruckes können verschiedene Temperaturen und Drucke bei der Verbrennung erreicht werden.

Bombenversuche.

Kerzenzündung

Zündung durch Sprengkapsel

Schema der Versuchseinrichtung.

Druck →

Sprengkapsel

Übertragene Wärme → Kal. pro 1 qm; 1° Temp.-Diff.; 1 atm.; 1 Std.

Sekunden →

Fig. 14.

Die Kenntnis des Druckes in jedem Moment (aus dem Diagramm) gestattet bei bekanntem Volumen der Bombe und bekannter spezifischer Wärme des Gasgemisches den zeitlichen Verlauf der inneren Energie des Gases anzugeben; deren Abnahme gibt direkt die an die Wandung übertragene Wärme an. Die Auswertung der Diagramme erfolgt auf Grund folgender Hypothese, welche durch theoretische Erwägungen und viele Versuchsresultate gestützt wird: Die Wärmeübertragung von Gasen auf feste Körper ist annähernd proportional der Temperaturdifferenz, dem absoluten Druck, der Oberfläche und der Zeit. Der Proportionalitätsfaktor „C“

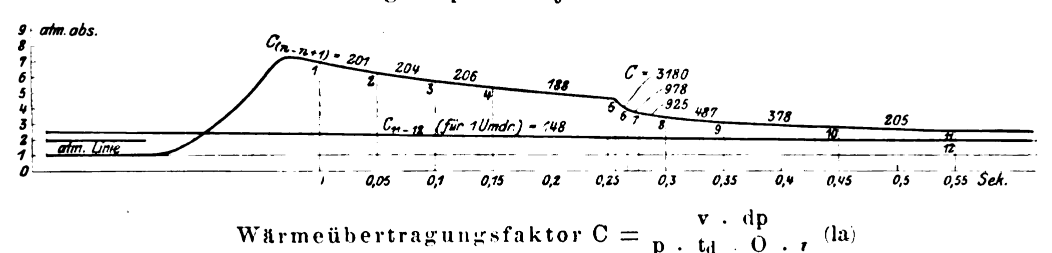
dieser Formel berücksichtigt die in der Formel nicht zum Ausdruck gebrachten Abhängigkeiten und dient, zusammen mit der ausgesprochenen Formel, zur Darstellung der gesuchten Abhängigkeiten.

Die Fig. 14 zeigt einige Ergebnisse, vornehmlich den Einfluß der Wirbelung der Gase auf den Wärmeübergang:

In der oberen Diagrammreihe sieht man den Verlauf der Drucklinien, die je nach der Art der eingeleiteten Zündung und der dadurch hervorgerufenen Wirbelung mehr oder weniger stark voneinander abweichen. Die untere Diagrammreihe zeigt den oben genannten Proportionalitätsfaktor C, nämlich die für 1 m², 1° Temperaturdifferenz, 1 Atm. Druck und 1 Std. übertragene W. E. Sie läßt z. B. erkennen, daß die durch die Sprengkapsel veranlaßte Zündung einen bedeutend größeren und schnelleren Wärmeübergang hervorruft, als die durch gewöhnliche Kerzenzündung veranlaßte.

Bomben-Diagramm mit nachträglicher Entzündung einer Knallquecksilber-Patrone (1 gr. Ladung).

Volumen der Bombe = 26,7 Lit.
Oberfläche „ „ = 0,272 m²
Gemisch : Leuchtgas : Luft = 1 : 5, 17
Barometerstand 748 mm = 1,02 Atm.
Anfangstemperatur t_0 = 27° C.



Wärmeübertragungsfaktor $C = \frac{v \cdot dp}{p \cdot t_d \cdot O \cdot \tau}$ (Ia)

Fig. 15.

Der Grund hierfür kann nur in der durch die verschiedene Zündungsart erzeugten verschieden starken Wirbelung der Gase gesucht werden. Einen vorzüglichen Beleg für diese Folgerung bildet das mittlere Diagramm mit einer nach der Verbrennung hervorgerufenen künstlichen Wirbelung durch Entladung einer Sprengkapsel. Man sieht hier den plötzlichen Spannungsabfall im Augenblick der Zündung der Sprengkapsel, und das Diagramm darunter zeigt den enorm hohen Wert des hierdurch erzeugten plötzlichen Wärmeüberganges an die Wandung, welcher auf das zehnfache und mehr ansteigt.

Die nächste Fig. 15 zeigt ein Originaldiagramm, welches den Spannungsabfall sehr deutlich erkennen läßt.

Eine Untersuchungsmethode, welche eine weitere Annäherung an die Verhältnisse der Verbrennungsmaschine bildete, bestand in der Messung des Wärme-

überganges der Verbrennungsgase an die Wandung mittels sogenannter Pendelversuche, bei denen durch einen hin- und hergehenden Kolben das Volumen eines Gases abwechselnd vergrößert und verkleinert wird, also Zustände herbeigeführt werden, wie sie in der Gasmaschine vorkommen. Solche Pendelversuche wurden zunächst an einem 6 PS Viertaktmotor vorgenommen; sie können als Bombenversuche, ausgeführt im Zylinder einer Gasmaschine, aufgefaßt werden, nur mit dem Unterschiede, daß der Einfluß der Kolbenbewegung besonders studiert werden kann. Um den verschiedenartigsten Zuständen Rechnung zu tragen und die Versuche in möglichst weiten Grenzen zu halten, wurde die Zündung des Gasgemisches bei verschiedenen Kolbenstellungen vorgenommen. Der Kolben wird durch eine äußere Kraft in Bewegung gesetzt. Unter Berücksichtigung der äußeren Arbeit kann man aus dem Spannungsabfall die Wärmeübertragung an die Wandung bei verschiedenen Temperaturen, Drucken und Kolbengeschwindigkeiten feststellen.

Die bei den Pendelversuchen an der Gasmaschine auftretenden und schwer meßbaren Fehlerquellen und die engen Grenzen, innerhalb deren Druck und Geschwindigkeit veränderlich gemacht werden konnten, gaben Veranlassung zur Konstruktion und Ausführung eines eigens zu diesem Zweck dienenden großen Versuchsapparates. Dieser besteht im wesentlichen aus zwei übereinander angeordneten Zylindern, in welchen Kolben durch den Druck von Verbrennungsgasen mit großer Geschwindigkeit hin- und hergeworfen werden.

Fig. 16 zeigt die schematische Darstellung des Apparates und die Indiziereinrichtung. Durch Zündung des in einer der Zylinderseiten enthaltenen Gasgemisches werden die Kolben in Bewegung gesetzt, worauf das Gasluftgemisch in den anderen Zylinderseiten ebenfalls zur Explosion gebracht werden kann. Die Kolben vollführen eine Anzahl von Schwingungen auf und ab, bis ihre Bewegungsenergie durch Energieverluste nach außen aufgezehrt wird. Gleichzeitig werden durch geeignete Instrumente die Drücke in allen Zylinderseiten, sowie die Kolbenstellung in jedem Momente in Abhängigkeit von der Zeit aufgeschrieben. Die so erhaltenen Druck- und Hubdiagramme bilden die Grundlage der Auswertung.

Die folgende Fig. 17 zeigt die Drucke, umgezeichnet in bezug auf den Kolbenweg statt auf die Zeit, wodurch ein sogenanntes Pendeldiagramm entsteht. Wie bei den Bombenversuchen genügt die Kenntnis der Drucke und Volumina (Fig. 18) in jedem Moment zur Bestimmung der inneren Gasenergie. Doch ist zur Messung der Wärmeübertragung hier noch die Kenntnis der vom Gas geleisteten Arbeit notwendig, da ein Teil der inneren Energie sich periodisch in mechanische Arbeit umwandelt. Die Abnahme der Summe aus innerer Energie und geleisteter Arbeit

stellt hier den Wärmeverlust dar; letzterer ist aus dem Verlaufe der Drücke und Volumina leicht zu bestimmen.

Wie bei den Bombenversuchen geschieht die Darstellung des Abhängigkeitsgesetzes der Wärmeübertragung durch Bestimmung des Proportionalitätsfaktors „C". Die Auswertung der dargestellten Versuche zeigt, daß der Verlauf der C-Werte mit der Zeit dem der Bombenversuche ähnlich ist, doch sieht man hier durch die

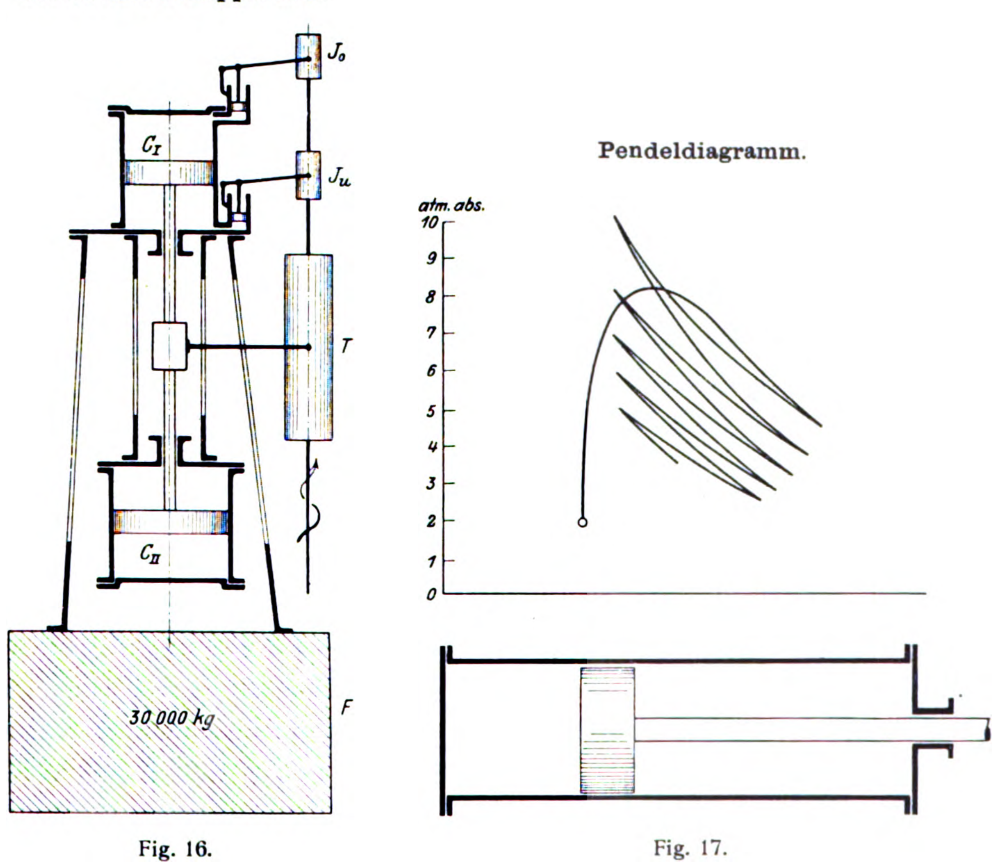


Fig. 16.

Fig. 17.

Druckschwankungen zu erklärende Größenschwankungen des „C". Dem absoluten Betrage nach sind die C-Werte bei Pendelversuchen bedeutend größer als bei Bombenversuchen. Fig. 19 zeigt den Apparat auf dem Versuchsstand. Eine Untersuchungsmethode eigener Art bildete die Messung der in dem Hochdruckzylinder einer Verbundgasmaschine (Fig. 20) an die Wandung übertragenen Wärmemenge, in welcher der wie bei einer gewöhnlichen Zweitaktmaschine vor sich gehende Verbrennungsprozeß sich unter bedeutend höheren Drucken vollzog, während

Temperatur und die übrigen Umstände genau die gleichen blieben. Diese Versuche sollten in erster Linie einen Prüfstein für diejenige Hypothese bilden, welche die intensive Wärmeübertragung der erhöhten Temperatur allein zuschreibt. Sie bestätigten diese Hypothese nicht, zeigten vielmehr, daß trotz gleichbleibender Temperatur der Wärmeübergang ein Vielfaches des in der gewöhnlichen Gasmaschine auftretenden beträgt. Unter den obwaltenden Umständen konnte die

Pendeldiagramme.

Druck atm. 0 5 10 15

Hub mm 0 200 400 600

Liter-atm. la 0 500 1000 1500

Übertragene Wärme

Innere Energie des Gases

äußere Arbeit

Kal. pro 1qm; 1° Temp.-Diff.; 1atm.; 1 Std. Wärmeübergangszahl C 0 10 20 30 40 50

C-Werte

0 0,25 0,5 0,75

Sekunden ⟶

Fig. 18.

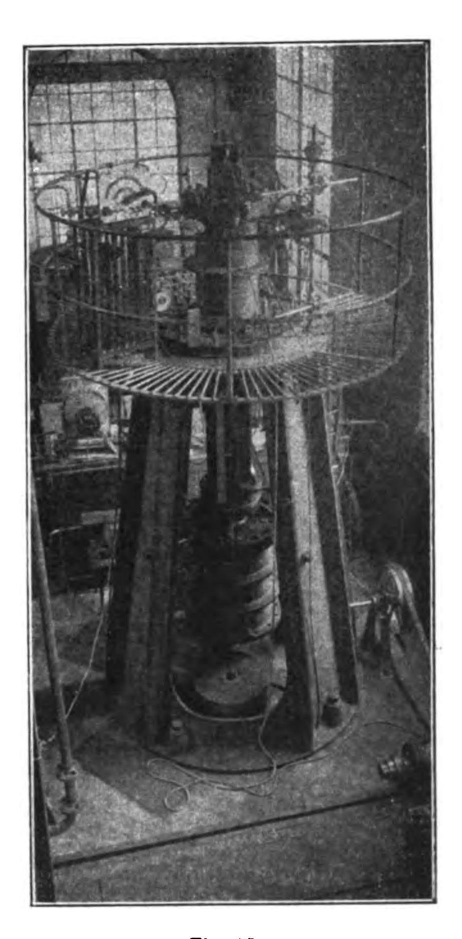


Fig. 19.

Ursache dieses erhöhten Wärmeüberganges in erster Linie nur in dem erhöhten Druck zu suchen sein. In dieser Maschine wurden Drucke bis zu 250 Atm. im Hochdruckzylinder erreicht; es wurde mit Gas- und Ölbetrieb gearbeitet. Fig. 21 gibt ein rankinisiertes Diagramm dieser Maschine wieder; dasselbe zeigt u. a. den geringen Spannungsabfall zwischen Hochdruck und Niederdruck und damit die Tatsache, daß das Problem einer Verbundgasmaschine nicht an den Wärme-

Verbundmaschine System Junkers für gasförmige und flüssige Brennstoffe. (Zur Untersuchung des Einflusses der Gasspannung auf die Wärmeübertragung.)

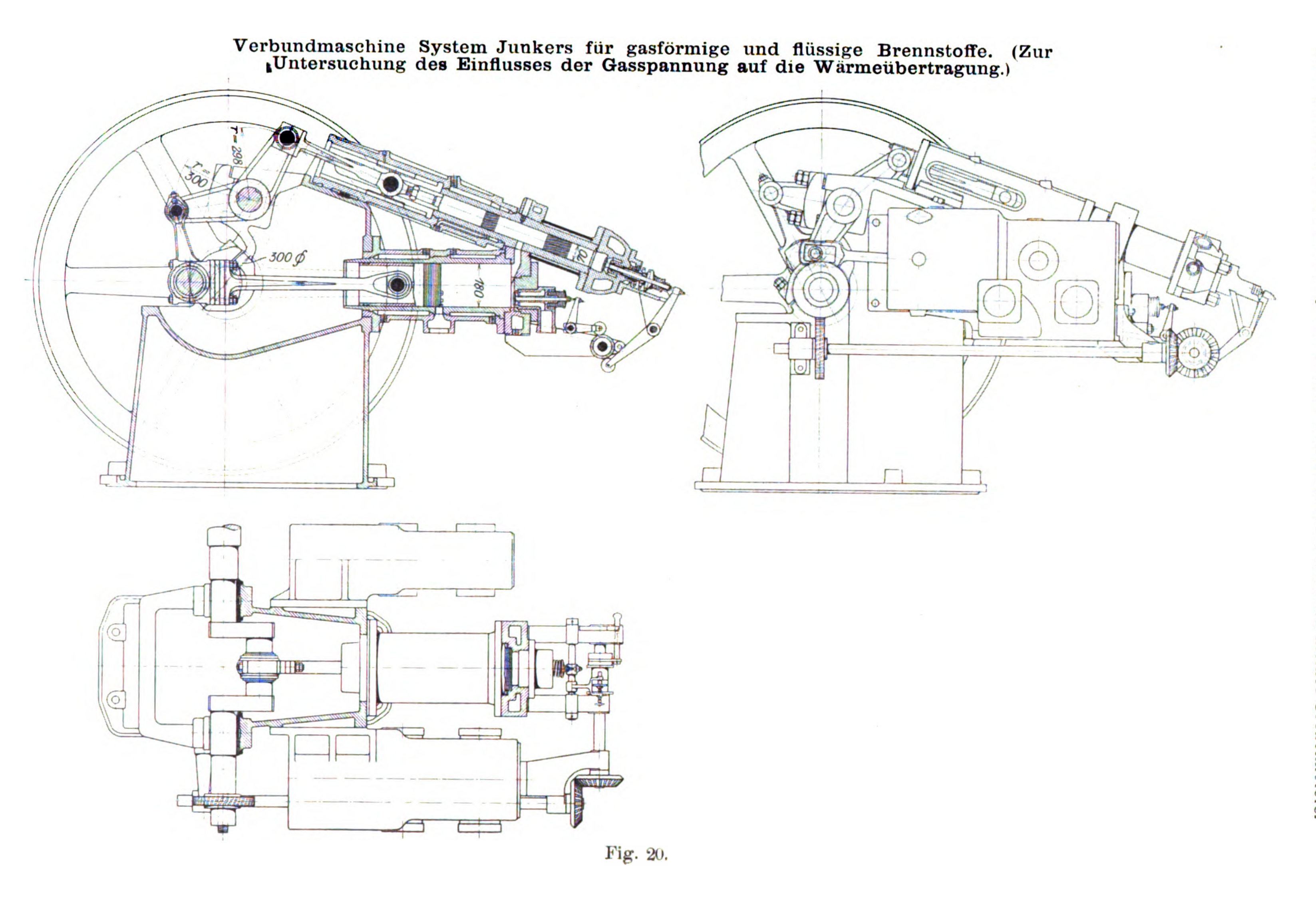


Fig. 20.

verlusten bei Übertritt der Gase von einem Zylinder in den anderen zu scheitern braucht, wenn man nur den richtigen Weg zur Vermeidung dieser Verluste einschlägt. Fig. 22 enthält die graphische Darstellung von Versuchsergebnissen, welche den Einfluß des Druckes auf die Wärmeübertragung zeigt. Man sieht, daß die Wärmeübertragung an die Wandung bei der Hochdruckmaschine mit erhöhtem Drucke ansteigt. Gleiche Versuche wurden an einer 200 PS Ölmaschine mit Leistungserhöhung angestellt. Die Fig. 23 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchung.

Eine weitere von den vorerwähnten ganz abweichende Versuchsmethode bestand in der Messung der Wärmemenge, welche von elektrisch geheizten Drähten an Gase unter verschiedenem Druck und Strömungszuständen übertragen wird.

Gleichdruckbetrieb (Petroleum).

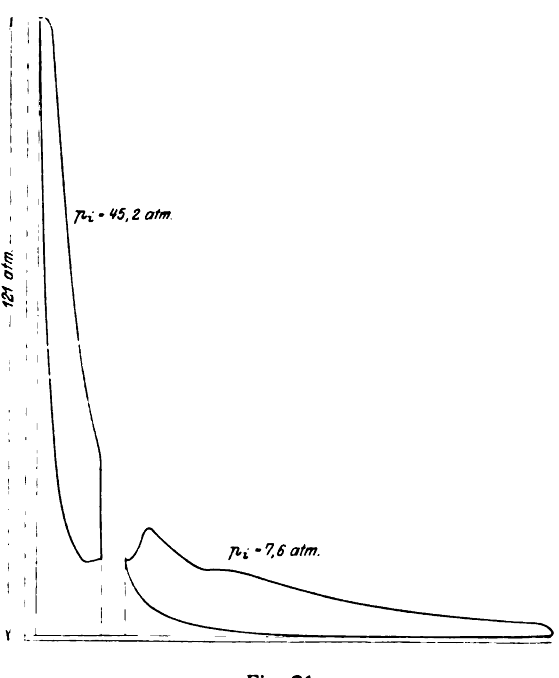


Fig. 21.

Aus allen diesen Versuchen konnten folgende Schlüsse gezogen werden:

a) Für die Wärmeübertragung in Verbrennungsmaschinen sind Gasdruck und Wirbelung von maßgebendem Einfluß. Dieser Einfluß ist in anderen wissenschaftlichen Forschungsarbeiten zum Teil ganz außer acht gelassen, zum Teil bei weitem nicht gebührend berücksichtigt worden.

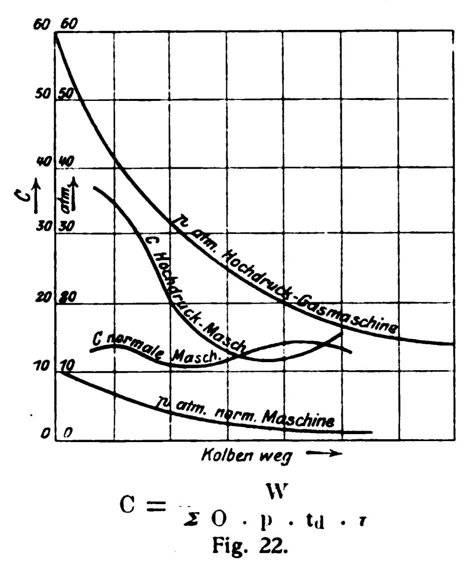
b) Die außerordentliche Heftigkeit der Wärmeübertragung während und gleich nach der Verbrennung verdient, insbesondere in Maschinen, bei denen nach dem Dieselverfahren der Verbrennungsprozeß infolge der Einspritzung des Brennstoffs sich unter heftiger Strömung vollzieht, unbedingt die weitgehendste Beachtung seitens der Konstrukteure wegen ihrer schädigenden Wirkungen hinsichtlich

1. der Wärmewirtschaft,
2. der Betriebssicherheit (Rißbildung usw.).



Hinsichtlich der Einwirkung der Wärmewirtschaft auf die Konstruktion sei darauf hingewiesen, daß bekanntlich für den Verlust an Arbeit, welcher durch die Wärmeabgabe an die Wandung entsteht, weniger die Gesamtgröße der abgegebenen Wärme maßgebend ist, als vielmehr die Art, wie sich die Wärmeabgabe über den Kolbenweg verteilt. Von demjenigen Teil der Wandungswärme, welcher während der Verbrennungsperiode und zu Beginn der Expansion verloren geht, verliert man die gesamte Expansionsarbeit, während derjenige Teil der an die Wandung übergehenden Wärme, welcher am Ende der Expansion verloren geht, seine überhaupt erreichbare Expansionsarbeit bereits hergegeben hat, also auf den

Druck in atm. und Wärmeübertrag.-Faktor C während der Expansion bei einer normalen Maschine und einer Hochdruck-Gasmaschine (Fig. 20).



$$C = \frac{W}{\Sigma\, O \cdot p \cdot t_d \cdot \tau}$$

Fig. 22.

Versuch an einer Ölmaschine System Junkers (Fig. 28) **betreffs Abhängigkeit des Wärmedurchgangs durch die Zylinderwandung vom Druck des Treibmittels.**

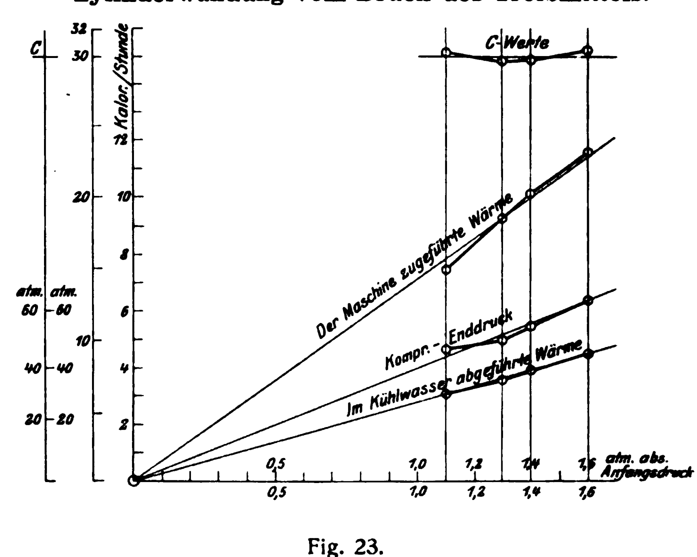


Fig. 23.

Brennstoffverbrauch ohne schädlichen Einfluß ist. Für die Ausnutzung der Wärme ist es ganz gleichgültig, ob dieser letzte Teil der Wandungswärme an die Wandung oder in den Auspuff geht.

Da nun der größte Teil der während der Arbeitsleistung auftretenden Wärmeverluste sich auf dem ersten Teil des Kolbenweges vollzieht, weil dort die den Wärmeübergang an die Wandung bestimmenden Faktoren, das sind die Temperatur, der Druck und die Wirbelung, ihren Höchstwert erreichen, so wird man bestrebt sein müssen, diesen Umständen ganz besonders Rechnung zu tragen.

Es entspricht nämlich dem erwähnten zeitlich sehr ungleichmäßigen Verlaufe der Intensität der Wärmeübertragung eine sehr ungleichmäßige Verteilung

der übertragenen Wärme auf die verschiedenen Teile der Zylinderwandung. Es leuchtet sofort ein, daß die Oberfläche des Verbrennungsraumes, die ja die ganze Zeit hindurch mit den Gasen in Berührung steht, eine verhältnismäßig größere Wärmemenge aufnehmen muß als die entfernteren Teile des Zylinders, welche dann gerade durch den Kolben abgedeckt sind, wenn die Wärmeübertragung am intensivsten ist.

Diese Verhältnisse werden durch Fig. 24 veranschaulicht. Die Abszissen stellen die wärmeabführende Oberfläche der Zylinderwandungen dar. So bedeutet der Abschnitt A B die Oberfläche des Totraumes, von B bis C ist die Zylinderoberfläche dargestellt, wie sie allmählich durch den Kolben frei gelegt wird. Die

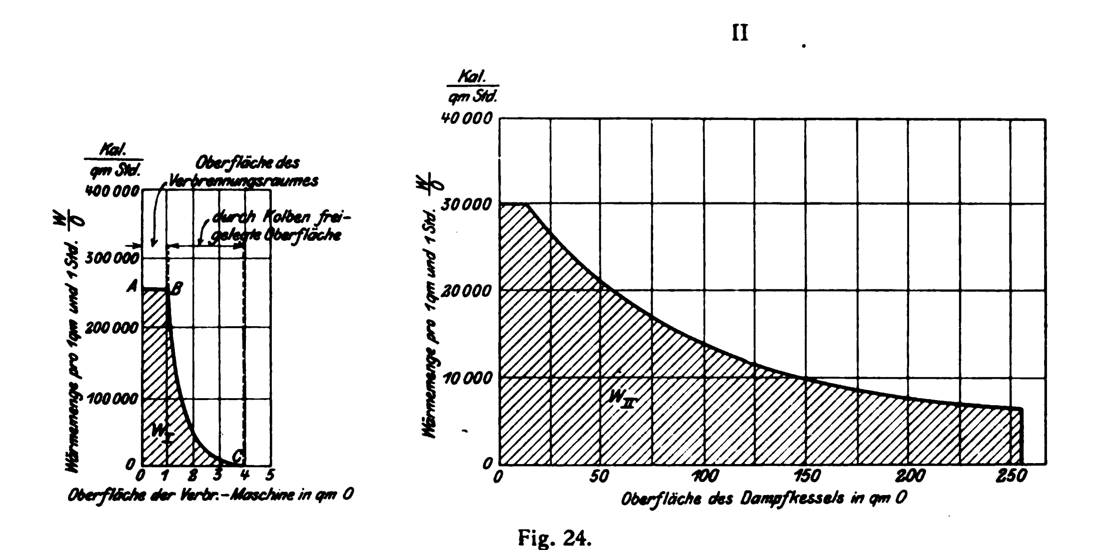


Fig. 24.

Ordinate zeigt die stündliche pro Quadratmeter des entsprechenden Teiles der Oberfläche übertragene Wärmemenge. Die schraffierte Fläche des Diagramms stellt also die gesamte stündlich an die Zylinderwand abgeführte Wärmemenge dar. Zum Vergleiche ist dieselbe Kurve für einen Dampfkessel von gleicher Leistung in abweichenden linearen Maßstäben, jedoch in demselben Flächenmaßstab danebengezeichnet.

Weit wichtiger noch ist, wie schon hervorgehoben, die Bedeutung des Wärmeüberganges auf die Konstruktion hinsichtlich der Betriebssicherheit. Wenn man die erstaunlich hohen Zahlen berücksichtigt, welche obige Versuche ergeben, so kann man sich über die vielen in Rissen, Brüchen und Formänderungen sich äußernden Überanstrengungen des Materials nicht wundern, im Gegenteil, die rechnungsmäßige Verfolgung der Spannungsvorgänge ergibt solche

Erscheinungen als eine Notwendigkeit. Hier ist meines Erachtens der springende Punkt für die Lösung der Aufgabe zur Verwirklichung einer betriebssicheren Großölmaschine zu suchen.

Während bei der Dampfmaschine bei richtiger Formgebung der Wandungen des Dampfzylinders und der mit ihm verbundenen Maschinenteile die Beanspruchung des Materials im wesentlichen durch die äußeren Kräfte hervorgerufen wird, ist es direkt unmöglich, durch innere Kräfte hervorgerufene Spannungen da zu vermeiden, wo es sich um einen dauernden Wärmefluß und das dadurch bedingte Temperaturgefälle handelt, wie das in den Wandungen der Verbrennungsmaschine der Fall ist.

Man hat schon mehrfach dieses Temperaturgefälle und die dadurch hervorgerufenen Spannungen zu berechnen versucht und ging dabei von der im Kühlwasser abgeführten Wärme aus, die etwa zu 100 000 Cal/qm bei größeren Maschinen sich ergibt. Dies verlangt bereits bei Gußeisen ein Temperaturgefälle von 20° für je 1 cm Wandstärke. Dabei ist jedoch der große Unterschied in der an den einzelnen Wandungsstellen pro Flächeneinheit übertragenen Wärme zu berücksichtigen, die nach meinen Bomben- und Pendelversuchen im Verbrennungsraum etwa 2½ mal mehr beträgt, wie im Mittel errechnet.

Eine direkte Messung an einer Verbrennungsmaschine ergab, scheinbar im Widerspruch damit, eine etwas gleichmäßigere Verteilung des Wärmeabflusses auf die Zylinderoberfläche. Dies erklärt sich jedoch dadurch, daß der Kolben die vom Kolbenboden aufgenommene Wärme auch an die äußeren Zylinderteile überleitet, vor allem aber eine Wärmeverteilung von den heißeren Wandungsstellen nach den kühleren, weiter vom Verbrennungsraum abliegenden, herbeiführt.

Diese letzteren gegen Temperaturspannungen günstigen Verhältnisse treten jedoch am Kolbenboden und an den Zylinderdeckeln nicht auf; dort also ist ein wesentlich stärkerer Wärmefluß zu erwarten. Am Deckel ist dies um so bedenklicher, als hier wegen der Ventile und Stopfbüchsen eine zweckentsprechende Formgebung sehr schwierig ist. Selbstverständlich können durch Unreinigkeiten auf den Wandungen auch erhebliche Änderungen in der Wärmeübertragung veranlaßt werden.

Unter dem Einfluß des Temperaturunterschiedes suchen sich die heißen Wandteile mehr zu dehnen wie die kälteren, werden aber meist an der freien Ausdehnung behindert, beispielsweise weil die Wandung zylindrische Gestalt hat oder weil sie bei ebener oder gewölbter Form durch kältere Flanschen oder andere Konstruktionsteile nahezu in ihrer früheren Form erhalten wird. Dabei erfährt

die Wandung durch Zug- und Druckspannungen eine Formänderung, die die Wärmedehnungen wieder ausgleichen.

So wird z. B. für einen Wärmedurchgang von 260 000 Cal/Std. und qm durch eine 4 cm starke Wand aus Gußeisen das Temperaturgefälle 208° (gegen 80° bei 100 000 Cal/qm und Std.) und bei einem Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha = 0{,}011$ mm/m und 1°, und einem Elastizitätsmodul E = 800 000 die maximale Zugspannung an der Oberfläche $\delta = 900$ kg/qcm (gegen 350 kg/qcm).

Man kann sich ein Bild von diesen am stärksten auf der Wandoberfläche auftretenden Spannungen durch den Strömungslinien der Hydrodynamik nachgebildete Spannungslinien machen (Fig. 25), deren Dichte uns ein Maß für die an irgendeiner Stelle in einer Richtung aufzunehmende Spannungskraft gibt.

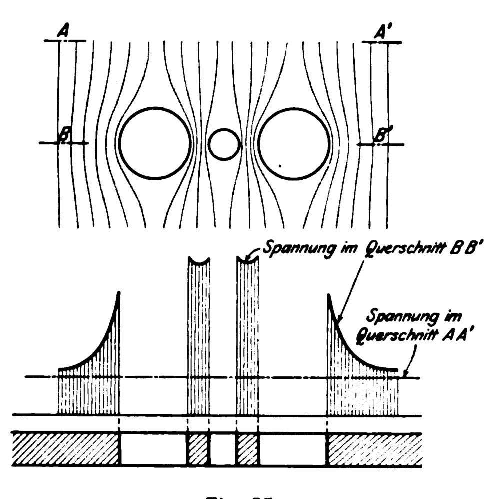


Fig. 25.

Befindet sich in der Wand ein Loch, so erleiden die in der Nähe des Lochrandes befindlichen Materialfasern eine stärkere Dehnung, die äußerste bei Gußeisen etwa dreimal mehr (in unserem Beispiel also 2700 kg/qcm bezw. 1100 kg/qcm) als der normalen Spannung an einer ungeschwächten Wandstelle entspricht. Je größer das Loch, um so weiter erstreckt sich sein Einfluß auf die Materialbeanspruchung. Wenn am Lochrande die Elastizitätsgrenze des Materials überschritten wird, so wird sich, wenn es nicht vorher zum Bruche kommt, die Spannungskraft auf weiter abliegende Fasern übertragen, und die Randfaser wird dabei entlastet. Viel dichter werden die Spannungslinien zusammenlaufen, wenn mehrere Löcher nebeneinander zu stehen kommen, auch ist in diesem Falle eine Entlastung der Randfasern nur in beschränktem Maße möglich.

Das besprochene Spannungsbild berücksichtigt nur die Temperaturdehnungen in einer Richtung. Die Temperaturspannungen laufen jedoch in allen Richtungen, was nicht außer acht gelassen werden darf.

Die bei der Verbrennungsmaschine unvermeidlichen, mit zunehmender Größe der Maschine gewaltig wachsenden Wärmespannungen durch geeignete Maßnahmen auf die zulässige Größe zu beschränken, darin besteht die Aufgabe und die Kunst des Konstrukteurs.

Zu diesen Maßnahmen gehören vornehmlich die richtig durchgeführte Kühlung und möglichste Vermeidung von solchen Übergängen, Querschnittsveränderungen und dergleichen Einflüssen, durch welche im engen Raume in nahe beieinanderliegenden Stellen große Temperaturdifferenzen hervorgerufen werden.

Diese Überlegungen führen zu einem sehr wichtigen Grundsatz für die Konstruktion, nämlich dem, den Verbrennungsraum, welcher den stärksten Wärmeimpulsen ausgesetzt ist, mit einfachen Wandungen zu versehen, und alle Organe, welche Öffnungen in den Wandungen verlangen, möglichst aus dem Verbrennungsraum fort und an solche Stellen zu verlegen, wo die Wärmewirkungen weniger stark zur Geltung kommen. Es wird bei späterer Besprechung der ausgeführten Maschinen Gelegenheit geboten, zu zeigen, wie diesen Grundsätzen in der Konstruktion entsprochen worden ist.

Ich komme nunmehr zur Besprechung eines weiteren Einflusses, welcher für die Konstruktion des Großmotors von grundlegender Bedeutung ist, nämlich dem der Reinheit und Kälte der Ladung.

Die reine, kalte Ladung bildet ein wertvolles und geeignetes Mittel, um folgende Vorteile zu erzielen:

1. Großes Luftgewicht und dadurch die Möglichkeit zur vollkommenen Verbrennung einer großen Brennstoffmenge;
2. hohen mittleren Druck und kleine Zylinderdimensionen;
3. möglichst großes Verhältnis vom mittleren zum maximalen Druck, welches in dem Verbrennungsmotor im Gegensatz zur Dampfmaschine sehr ungünstig und maßgebend ist für die relative Stärke des Getriebes, für das Gewicht und die Kosten der Maschine;
4. möglichste Verminderung der Eigenreibung der Maschine, deren relative Größe ebenfalls von dem Verhältnis des mittleren zum maximalen Druck abhängt;
5. möglichst niedrige Temperatur über den ganzen Kreisprozeß bei hoher Leistung mit allen sich daraus ergebenden Vorteilen, wie z. B. geringer Wärmeverlust an die Wandung, Verminderung des Kühlwasserverbrauches, Schonung und Verminderung des Schmieröls usw.

Fig. 25 a zeigt an dem Diagramm einer Zweitakt-Gasmaschine, wie sich die Verhältnisse bei Anwendung einer kühlen Ladung gestalten:

Es sind zwei Diagramme übereinander gezeichnet, von denen das eine m i t und das andere o h n e gekühlte Ladung aufgenommen ist. Die Zahlen zu Anfang und am Ende der Kompression sowie bei der Verpuffung zeigen die absoluten Temperaturen m i t und o h n e Kühlung der Ladung an. Es zeigt sich, daß die

Temperatur bei gekühlter Ladung trotz eines um 7 at höheren Drucks um 100° niedriger liegt als bei ungekühlter Ladung. Diese geringere Temperatur macht sich natürlich während der ganzen Expansionsperiode geltend. Die gestrichelte Fläche zeigt den Arbeitsgewinn bei Anwendung einer gekühlten Ladung. In Fig. 25a rechts sind übereinandergezeichnete Diagramme dargestellt, welche an einer v. Oechelhäuser-Gasmaschine in Hörde aufgenommen sind, und zwar mit und ohne Kühlung der Ladung. Die gestrichelte Fläche zeigt auch hier wieder den Arbeitsgewinn, der in vorliegendem Falle nach genauen Messungen etwa 17% betragen hat.

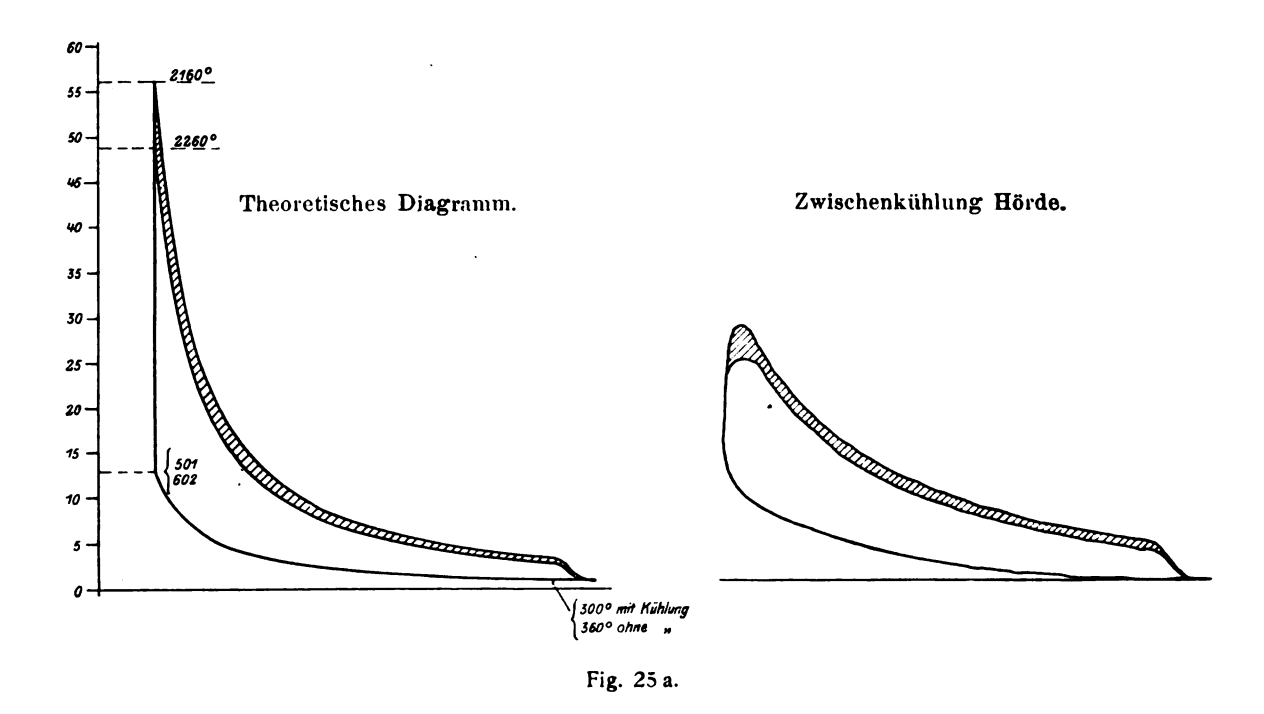


Fig. 25 a.

Aus dieser Betrachtung ergibt sich, daß die Erzielung einer reinen und kalten Ladung als ein weiterer wichtiger Grundsatz für die Konstruktion der Verbrennungsmaschine aufgestellt werden muß; die Richtigkeit desselben wurde durch die Versuchsergebnisse an dem erwähnten bezw. noch zu erwähnenden Maschinensystem bestätigt, bei welchem solche konstruktive Maßnahmen getroffen wurden, daß eine reine, kalte Ladung bei gleichzeitigem geringem Arbeitsaufwand erzielt wurde.

Diese konstruktiven Maßnahmen bestanden in der Ausbildung und Schaffung von Steuerungsorganen für die Spülung, welche bei großer Einfachheit und Betriebssicherheit sowie bei Erfüllung des oben aufgestellten, die Wärmeübertragung berücksichtigenden Grundsatzes, den besonders beim Zweitakt zu stellenden wichtigen

Forderungen, große Auspuff- und Spülquerschnitte möglichst schnell frei zu legen und wieder zu schließen, in vollkommener Weise entsprach.

Längere Studien und Versuche an ausgeführten Maschinen in der Versuchsstation für Gasmaschinen von v. Öchelhäuser und Junkers in Dessau, deren eingehende Darlegungen hier zu weit führen würden, führten schließlich zur Konstruktion der Doppelkolben-Gasmaschine (Fig. 26), welche den oben entwickelten Grundsätzen in hohem Maße Rechnung trug.

Von den einem Großmotor zuzusprechenden Vorteilen, die sich mit dieser Konstruktion ergaben, sind u. a. folgende zu nennen:

1. Die Maschine verwirklicht den Zweitakt mit seinen wirtschaftlichen Vorteilen und löst die wichtige und für das Zweitaktverfahren überdies schwierige Aufgabe einer guten Spülung durch Verwendung der Arbeitskolben, welche mit ihrem großen Durchmesser und Hub geradezu ideale Steuerungselemente für den vorliegenden Fall darstellen, als Steuerungsorgane für den Auspuff und für den Einlass der Spülluft.
2. Die Verwendung zweier Kolben und die dargestellte Lösung des Getriebes, welches sie mit der Welle verbindet, ermöglicht einen weitgehenden Massenausgleich, eine weitgehende Entlastung der Grundlager, Aufnahme der von den Kolben ausgeübten Druckkräfte ausschließlich durch das aus geeignetem (geschmiedetem) Material bestehende Getriebe, statt durch den Rahmen, welcher infolge eines ungeeigneten Materials (Guß) und wegen seiner Bestimmung, die Maschine mit dem Fundament zu verbinden, zur Übertragung der Kolbenkräfte wenig geeignet ist. Wie die Konstruktion erkennen läßt, ist auch den Wärmedehnungen im Getriebe in vollkommenster Weise Rechnung getragen, so daß die wesentlichen Maschinenteile nur solche Spannungen erleiden, die durch nutzbare äußere Kräfte hervorgerufen werden und frei sind von unkontrollierbaren und deshalb die Betriebssicherheit gefährdenden Wärme- und Gußspannungen.
3. Mit der Verteilung des Gesamthubes auf zwei Kolben erzielt man ein großes Hubverhältnis bei gleichzeitig hoher Tourenzahl und schafft damit günstige Bedingungen bezüglich der allgemeinwirtschaftlichen und — infolge des günstigen Verbrennungsraumes — der wärmewirtschaftlichen Verhältnisse.
4. Der Fortfall des Zylinderdeckels und der Spülventile vermindert in hohem Maße die Schwierigkeiten, die sich der Konstruktion in der Beherrschung

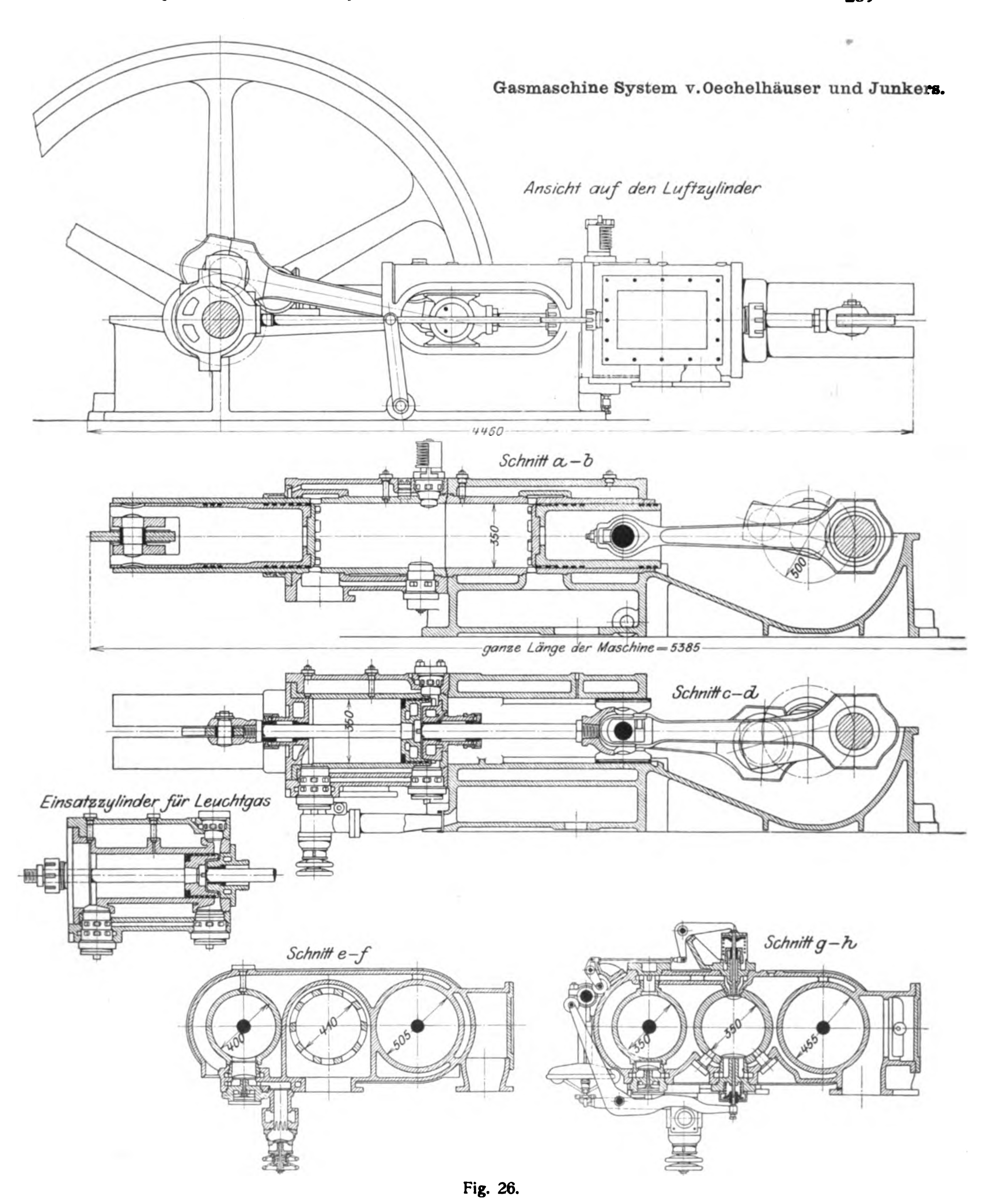

Gasmaschine System v. Oechelhäuser und Junkers.
Ansicht auf den Luftzylinder
4460
Schnitt a–b
350
500
ganze Länge der Maschine = 5385
Schnitt c–d
350
Einsatzzylinder für Leuchtgas
Schnitt e–f
400
410
505
Schnitt g–h
350
350
455

Fig. 26.

der aus den großen Temperaturdifferenzen entstehenden hohen Materialspannungen entgegenstellen.

Die günstigen Ergebnisse, welche an dieser ersten Versuchsmaschine System v. Öchelhäuser und Junkers in wärmetechnischer und maschinentechnischer Hinsicht erreicht wurden, bewiesen vollauf die Richtigkeit der der Konstruktion zugrunde gelegten Richtlinien, indem es gelang, mittlere Drucke im Arbeitszylinder von mehr als 11 Atm. bei einer heute noch unübertroffenen Brennstoffausnutzung zu erzielen.

Die vorstehenden für die Konstruktion des Großgasmotors betonten Hauptgesichtspunkte, nämlich gebührende Berücksichtigung der mit der intensiven Wärmeübertragung verbundenen konstruktiven Forderungen und die Erzielung einer kalten und reinen Ladung, machen sich in erhöhtem Maße geltend, wenn es sich darum handelt, einen Großölmotor für den Schiffsantrieb zu schaffen. Die schon in der Hochdruckgasmaschine auftretenden gewaltigen Wärmewirkungen steigern sich noch erheblich bei Durchführung des Dieselprozesses infolge der höheren Temperaturen und Drucke, besonders aber auch wegen der durch die heftige Einspritzung des mit Luft vermischten Brennstoffes erzeugten Strömungen und Wirbelungen während der Verbrennung. Das im Dieselprozeß verwirklichte große Expansionsverhältnis erhöht noch die in maschinentechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu stellenden Forderungen.

Eine neue Forderung erwächst aus der für den Schiffsbetrieb unerläßlichen Ermöglichung langsamen Ganges. Die Prüfung der diese Forderung erfüllenden Bedingungen führt zu denselben Ansprüchen an die Gestaltung des Zylinders, die sich auch aus den thermischen Betrachtungen ergeben haben, nämlich dem Zylinder einen kleinen Durchmesser und einen großen Kolbenhub zu geben, damit die Wärmeabgabe während der Kompression, besonders im letzten Teil derselben, möglichst verringert wird zur sicheren Erreichung der erforderlichen Zündtemperatur auch bei geringer Umdrehungszahl.

Eine weitere an die Großölmaschine zu stellende wichtige Forderung für den Betrieb auf Schiffen, ganz besonders für Kriegsschiffe, betrifft die Ermöglichung einer zeitweiligen Erhöhung der Leistung über die normale Belastung hinaus. Die theoretischen und experimentellen Untersuchungen (auf dem Gebiete der Leistungserhöhung) führten zu dem Ergebnis, daß sich diese Forderung am vollkommensten dadurch erreichen läßt, daß man bei Leistungserhöhung das Druckniveau des Arbeitsprozesses im ganzen erhöht, in gleicher Weise, wie dies bereits bei der erwähnten Verbundmaschine im Hochdruckzylinder durchgeführt ist.

Der erhöhte Gasdruck, unter dem sich bei Leistungserhöhung die Verbrennung und Expansion vollzieht, und die hierdurch trotz gleichbleibender Temperatur sich ergebende Erhöhung der Wärmeübertragung legen den bereits eingangs für die Verbrennungsmaschine entwickelten Richtlinien erhöhte Bedeutung bei und geben vermehrten Anlaß zur Berücksichtigung derselben bei der Konstruktion einer Großölschiffsmaschine. Die Prüfung, daß die Doppelkolbenkonstruktion allen diesen Forderungen am vollkommensten entspricht, ließ mir bei dem Suchen nach der geeignetsten Konstruktionsform keinen Zweifel, daß die Doppelkolbenmaschine, womöglich in Tandemkonstruktion, die gesuchte Lösung bot.

Es handelte sich nun darum, an einer Versuchsmaschine die Brauchbarkeit der Konstruktion zu prüfen. Wenn auch in wärmetechnischer und maschinentechnischer Hinsicht die bisherigen mit Gasmaschinen gewonnenen Ergebnisse die besten Erwartungen rechtfertigten, so lag doch bezüglich der Durchführung des Dieselverfahrens in derartig gestalteten Maschinen noch keinerlei Erfahrungsmaterial vor. Es galt die viel verbreitete Ansicht zu widerlegen, daß bei der von der Dieselmaschine völlig abweichenden Art der Einspritzung, wie sie durch die Anwendung der Gegenkolben bedingt ist, ein brauchbarer Verbrennungsprozeß, d. h. eine vollkommene Verbrennung bei hohem mittleren Druck sich nicht verwirklichen ließe. Außerdem galt es, bei dieser Maschine den Nachweis der Brauchbarkeit der Tandemkonstruktion experimentell zu erbringen, welche die gerade für Großmaschinen wichtige wirtschaftliche Aufgabe zu erfüllen hat, durch Verdoppelung der Anzahl der Arbeitshube das Getriebe möglichst weitgehend auszunutzen und somit Gewicht und Herstellungskosten der Maschine zu verringern.

Die zu diesem Zweck erbaute Versuchsmaschine (Fig. 27) wurde zunächst nur mit einem Zylinder ausgerüstet und im Jahre 1908 in Betrieb genommen. Nachdem die ersten langwierigen Versuche und eingehenden Untersuchungen bezüglich der Brennstoffeinspritzung und der vollkommenen Verbrennung unter anfänglichen Mißerfolgen und unter Überwindung großer Schwierigkeiten durchgeführt und schließlich mit einem recht befriedigenden Resultate abgeschlossen waren, wurde im Jahre 1910 die Maschine zur Tandemanordnung ausgebaut (Fig. 28), und die Versuche wurden fortgesetzt.

Fig. 29 zeigt die Konstruktion dieser Maschine in Tandembauart. In zwei hintereinander liegenden Zylindern arbeiten je zwei Kolben. Die beiden äußeren Kolben wirken direkt und vermittels des Umführungsgestänges auf die mittlere Kurbelkröpfung, und die beiden inneren Kolben vermittels der Traverse und des



Erste Versuchsölmaschine System Junkers (einzylindrig) im Jahre 1908.

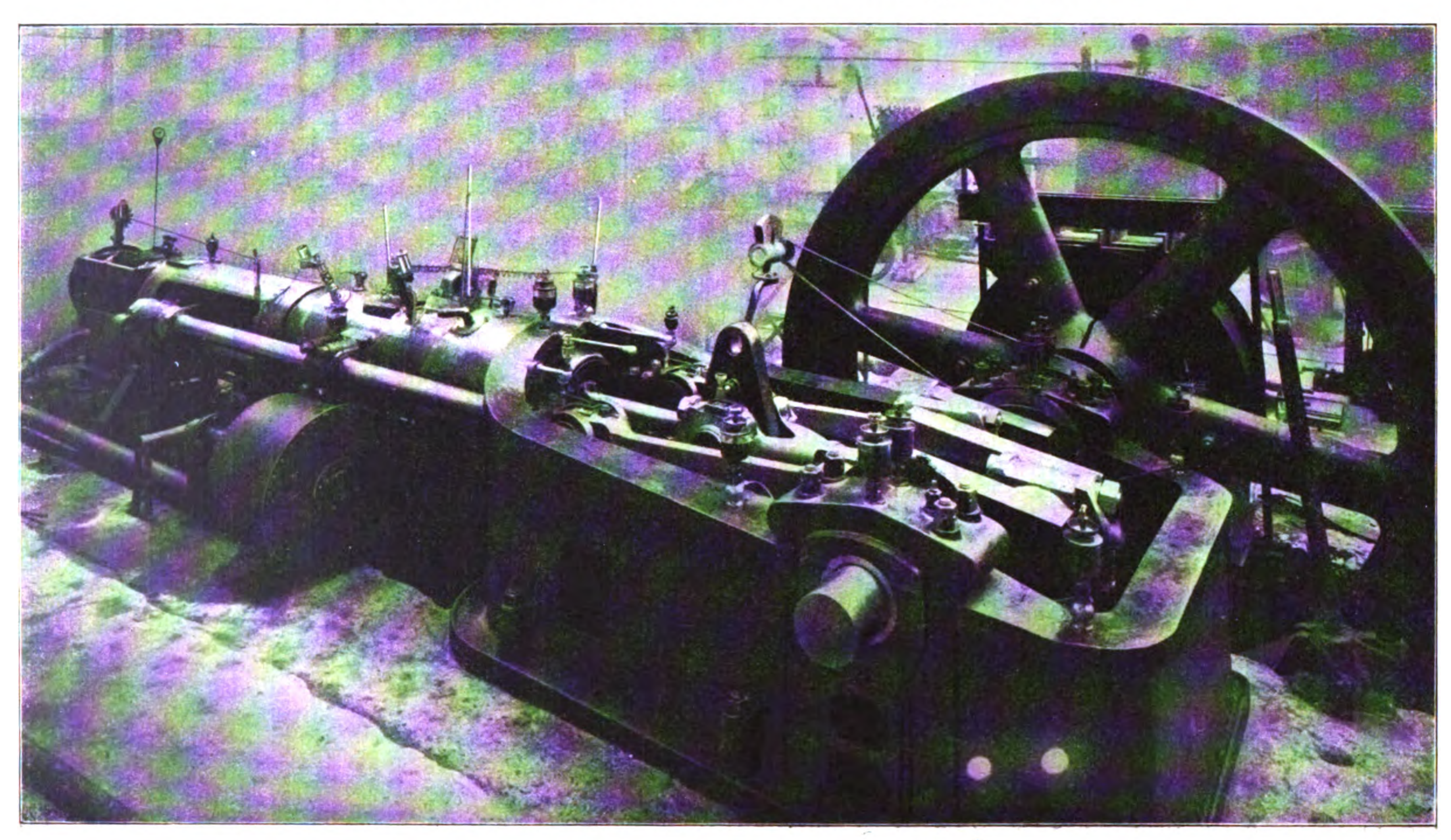


Fig. 27,

Erste Versuchsölmaschine System Junkers ausgebaut zur Tandemmaschine, vom Jahre 1910.

Fig. 28.

200 PS.-Versuchsmaschine Junkers in Tandemanordnung, vom Jahre 1910.

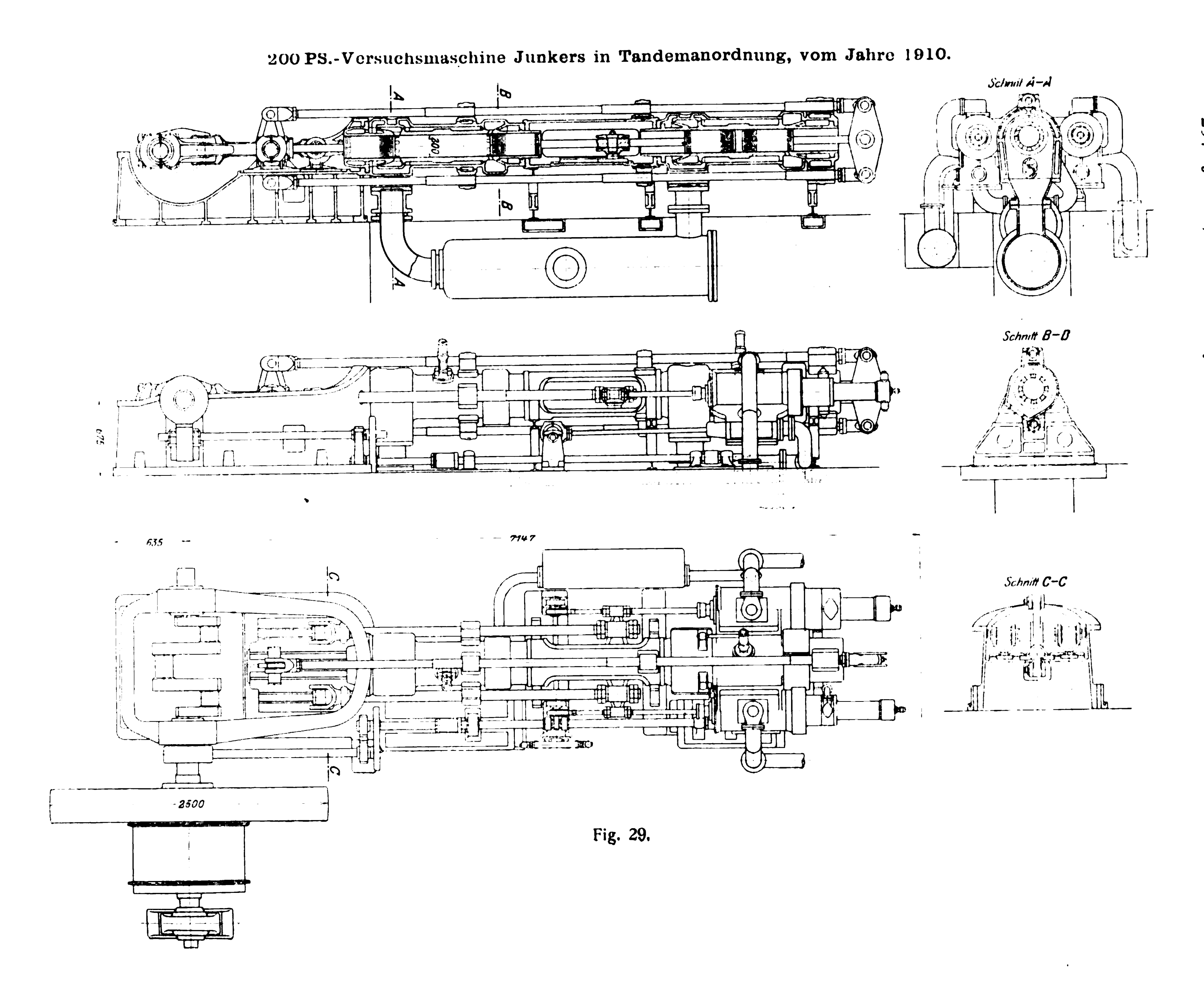


Fig. 29.

Umführungsgestänges auf die beiden äußeren Kurbelkröpfungen, welche gegen die mittlere um 180° versetzt sind. Fig. 30 zeigt eine schematische Darstellung der Triebwerkanordnung. Da diese Maschine im Zweitakt arbeitet, so erreicht man mit vorliegender Anordnung eine Doppelwirkung, d. h. jeder Hub ist ein Arbeitshub. Während das Kolbenpaar in dem einen Zylinder (siehe den vorderen Zylinder in der oberen Figur) eine Auswärtsbewegung, d. h. einen Arbeitshub verrichtet, führt das Kolbenpaar des anderen (hinteren) Zylinders eine Bewegung nach innen, d. h. einen Kompressionshub, aus und umgekehrt. Stehen die Kolben des einen Zylinders (siehe den vorderen Zylinder in der unteren Figur) in der inneren Totlage, so befinden sich die Kolben in dem anderen (hinteren) Zylinder in der äußeren Totlage.

Der Ausspülprozeß vollzieht sich derart, daß zuerst durch Freilegung des einen Kanalkranzes durch den einen Kolben die Verbrennungsgase auspuffen und

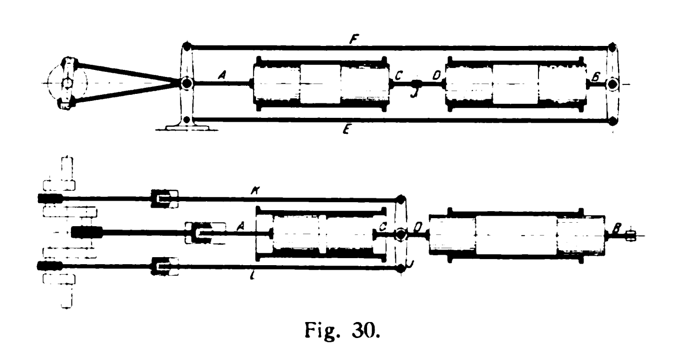


Fig. 30.

Ausgleich mit dem Druck der Atmosphäre suchen, daß alsdann durch Freilegung des anderen Kanalkranzes durch den zweiten Kolben eine von den Spülpumpen erzeugte Luftmenge von geringer Spannung in den Zylinder hineingelassen wird und, die entspannten Verbrennungsgase vor sich hertreibend, dieselben möglichst restlos ausspült. Die Arbeitskolben übernehmen also bei diesem Spülprozeß die Steuerung der Kanalkränze. Der Arbeitsvorgang während einer Umdrehung möge an der Hand der schematischen Darstellung und des Arbeitsdiagrammes in Fig. 31—36 verdeutlicht werden.

In Fig. 32, der inneren Kolbenstellung, ist der Totraum infolge der vorausgegangenen Kompression mit hochkomprimierter und hocherhitzter Luft gefüllt, so daß der nun eingeführte fein verteilte Brennstoff sich selbst entzündet und auf dem ersten Teil des Auswärtshubes, von A bis B, annähernd unter Gleichdruck verbrennt. Hieran schließt sich im weiteren Verlauf des Auswärtshubes die Expansion der verbrannten Gase, von B bis C. In C haben die Kolben die in Fig. 33 gezeichnete Stellung erreicht, in welcher der vordere Kolben V einen Schlitzkranz

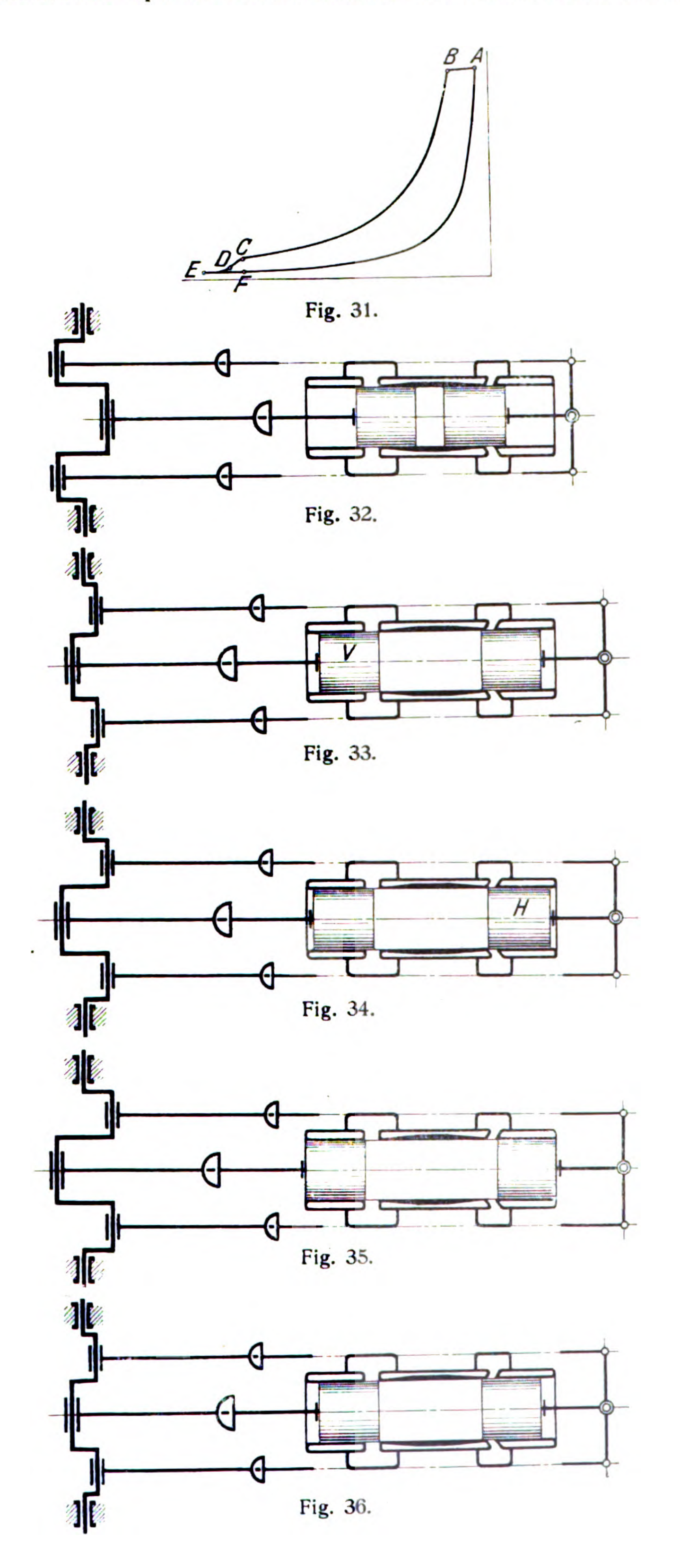


Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.

freizulegen beginnt, durch den die Abgase ins Freie entweichen (Auspuff). Auf dem Wege bis Kolbenstellung Fig. 34 (im Diagramm C—D) ist ungefährer Druckausgleich mit der Atmosphäre eingetreten. In dieser Stellung öffnet der hintere Kolben H den anderen Kanalkranz und läßt frische Luft von niedriger Spannung in den Zylinder eintreten, welche die noch im Zylinder befindlichen Abgasreste vor sich her durch die Auspuffkanäle aus dem Zylinder austreibt (Ausspülung). Dies geschieht bis über die äußere Totlage der Kolben (Fig. 35) hinaus bis etwa zur Stellung in Fig. 36, wo die Kolben auf dem Rückwege zur inneren Totlage beide Schlitze abgeschlossen haben (im Diagramm Strecke D—E—F). Im Punkt F ist der Zylinderraum mit frischer Luft gefüllt und von der Atmosphäre abgeschlossen. Nunmehr wird der Zylinderinhalt beim Zusammenrücken der Kolben bis zur inneren Totlage (Fig. 32) komprimiert (Strecke F—A im Diagramm). Hierbei erhitzt sich die komprimierte Luft derart, daß der Brennstoff, der in oder ganz kurz vor Punkt A eingeführt wird, sich sofort entzündet, worauf das beschriebene Arbeitsspiel sich wiederholt.

Wie Fig. 29 zeigt, sind bei der Tandemanordnung die beiden Arbeitszylinder durch eine Laterne miteinander verbunden, in der sich das mittlere Querhaupt bewegt und durch die die beiden mittleren Kolben herausgenommen werden können.

Die Verbindung der Umführungsstangen und Kolbenstangen mit den Traversen ist durchweg gelenkig ausgeführt.

Jeder Zylinder hat ein Brennstoffventil, der vordere Zylinder außerdem ein Anlaßventil zum Anlassen mit Druckluft. Zu beiden Seiten des hinteren Arbeitszylinders sind die doppelt wirkenden Spülpumpen angebracht, die vom mittleren Querhaupt angetrieben werden; achsial dahinter liegen je zwei Stufen des vierstufigen Kompressors. Sowohl Spülpumpen wie Kompressoren sind dem Zweck einer Versuchsmaschine entsprechend sehr reichlich bemessen.

Die Maschine ist für hohen Druck konstruiert (100 Atm.) und für Leistungserhöhung eingerichtet.

Die Versuche an dieser Maschine erstreckten sich u. a. auf die Güte der Spülung, Spülluftverbrauch, Vollkommenheit der Verbrennung unter Benutzung verschiedener Konstruktionsformen der Einspritzdüse und verschiedener Einspritzmethoden, ferner unter Benutzung verschiedener Treibölsorten, unter welchen auch die Erdölrückstände, wie Mazut, Paccura, ferner auch die Steinkohlenteeröle besondere Berücksichtigung fanden.

Im normalen Betrieb ergab sich bei etwa 200 Umdrehungen ein stündlicher Brennstoffverbrauch von unter 200 Gr/PSe. Der erreichte hohe mittlere Druck



im Diagramm bei normalem Betrieb (ca. 9—10 kg/cm²) und bei Leistungserhöhung (ca. 14—15 kg/cm²), sowie der unsichtbare Auspuff deuteten auf eine gute Spülung und eine vollkommene, rußfreie Verbrennung hin. Fig. 37 stellt ein Durchschnittsdiagramm dar, das bei einem dreistündigen Dauerversuch mit 50 % Leistungserhöhung aufgenommen wurde.

Es wurde ferner dauernd (mehrere Stunden) mit einer stark verminderten minutlichen Umdrehungszahl von etwa 30—35 gefahren.

Eine Erweiterung und Fortsetzung der an der 200 PS-Maschine vorgenommenen Untersuchungen fand mit einer Maschine von 450 mm Zylinderdurchmesser und 2 × 450 mm Hub statt. Fig. 38 zeigt diese Maschine auf dem Versuchsfeld. Die Maschine ist ebenso wie die vorher erwähnte in Tandembauart ausgeführt; sie ist für Umsteuerung und für 50 % Leistungserhöhung durch Steigerung der Ladespannung eingerichtet. Bei der Konstruktion dieser Maschine wurde auf möglichst kurze Bauart gesehen und deshalb das Hubverhältnis 1 : 2 gewählt. Ferner wurden zwecks Verminderung der Gesamtlänge das Laternenstück weggelassen und das Querhaupt sowie die hintere Traverse in Schlitzen in den Enden der Arbeitszylinder geführt. Die Verbindung der Kolbenstangen und Umführungsstangen mit den Traversen ist auch hier durchweg gelenkig ausgeführt. Die Spülpumpen liegen zu beiden Seiten des hinteren Arbeitszylinders und der vierstufige Kompressor mit je zwei Stufen zu beiden Seiten des vorderen Zylinders. Wie aus Fig. 39 ersichtlich, erfolgt der Antrieb der Spülpumpen und Kompressoren von der mittleren Traverse aus; er ist einfach, zuverlässig und vollzieht sich mit geringer Reibungsarbeit. Antrieb und Anordnung der Pumpen gestatten neben dem Vorteil der Gewichts- und Raumersparnis eine vorteilhafte Anschmiegung an den hinteren und eine günstige Luftzuführung zu dem vorderen Arbeitszylinder.

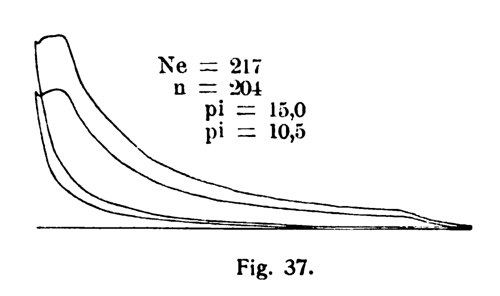


Fig. 37.

Die zur Erreichung einer guten Spülung und Ladung erforderlichen Konstruktionsbedingungen wurden sorgfältig berücksichtigt. Die Spülluft wird dem Zylinder von zwei Seiten und unter möglichster Vermeidung von Widerständen zugeführt (Fig. 40); die Auspuffkanäle sind so angeordnet, daß die abziehenden Gase am ganzen Zylinderumfang unter gleichmäßigem und möglichst geringem Widerstande entweichen.

Die Steuerung der Maschine ist eine Nockensteuerung und in Fig. 41 und 42 dargestellt.

1000 PS-Versuchsmaschine System Junkers in Tandemanordnung vom Jahre 1911.

Fig. 38.



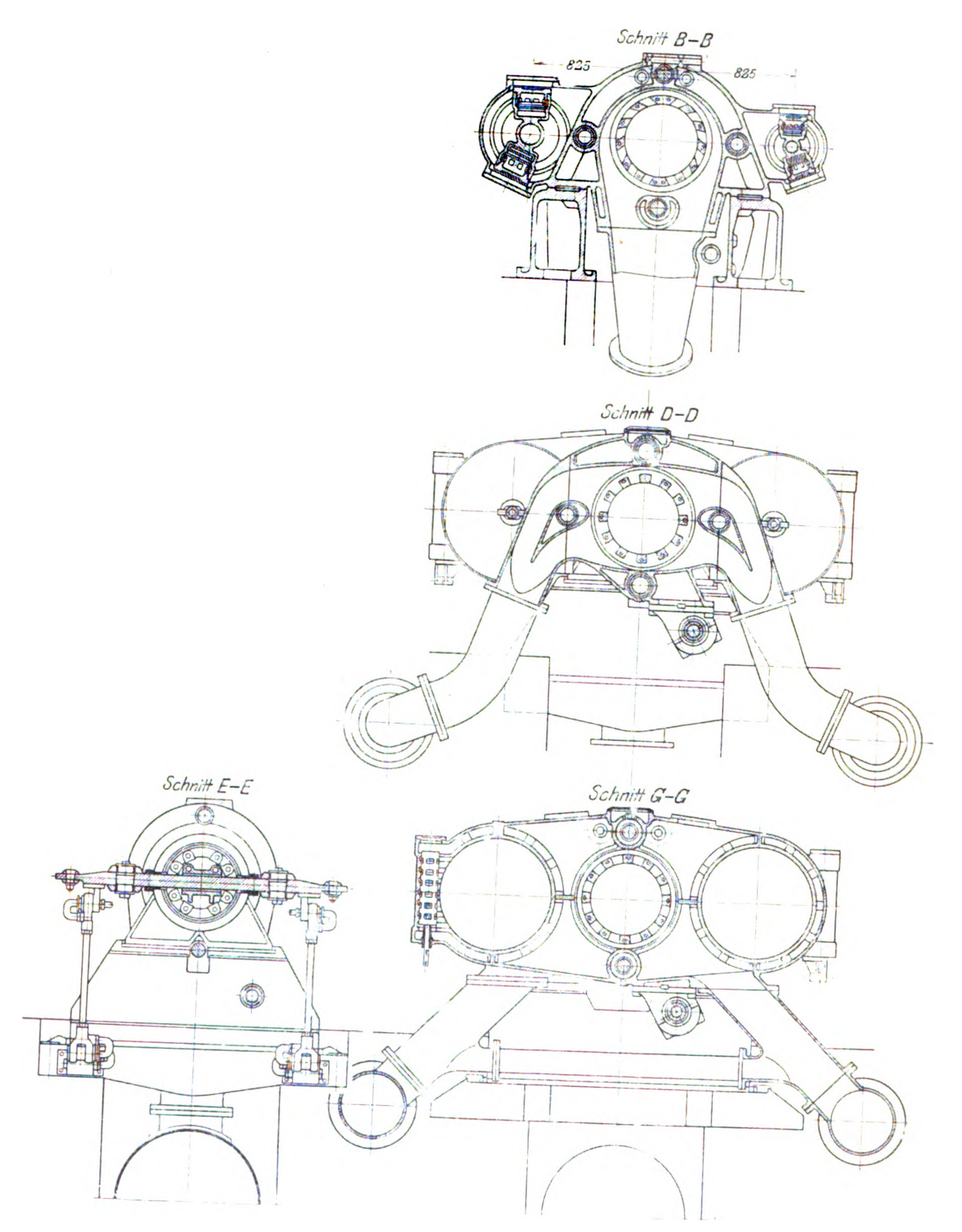


Fig. 40.

Jeder Zylinder hat zwei Brennstoffventile und ein Anlaßventil. Unter der Maschine entlang geht die Steuerwelle, die für jeden Arbeitszylinder zwei kurze Nockenwellen für Vorwärts- bezw. Rückwärtsgang antreibt, die in Schwenkböcken gelagert sind. Durch Drehen der Schwenkböcke um die Steuerwellenachse vom Maschinistenstand aus können die Vorwärts- bezw. Rückwärtsnockenscheiben mit den Hebelrollen in Eingriff gebracht werden. Auf jeder der Nockenwellen sitzt ein Anlaßnocken zwischen zwei Brennstoffnocken. Das untere Brennstoffventil eines Zylinders wird durch direkten Hebel angetrieben, das andere durch ein Umführungsgestänge, das nach oben geht. Der Antrieb des Anlaßventils geschieht mittels eines Zwischenhebels. Die drei Rollen eines Zylinders sitzen gegenseitig achsial. Der Zwischenhebel zum Antrieb des Anlaßventils sitzt auf einem exzentrischen Drehzapfen, so daß mit Hilfe eines Gestänges vom Maschinistenstand aus das Anlaßventil ausgerückt werden kann. Zum Umsteuern ist es nur nötig, die Schwenkböcke umzulegen und die Anlaßventile so lange einzuschalten, bis die Maschine im anderen Sinne angesprungen ist.

Nach beendeter Montage auf dem Versuchsstande im August d. J. wurden die Versuche im wesentlichen nach demselben Programm wie bei der 200 PS-Versuchsmaschine aufgenommen. Leider kommen die Versuche nur recht langsam vorwärts, weil wegen des vorherrschenden Wassermangels in Aachen nur in den frühesten Morgenstunden eine genügende Kühlwassermenge vorhanden ist, um auf kurze Zeit den Betrieb aufrechterhalten zu können. Während der kurzen Betriebsdauer hat die Maschine bereits recht zufriedenstellende Resultate geliefert. Besonders erwähnenswert sind der ruhige Gang, das Fehlen von Erschütterungen und die Durchhaltung eines langsamen Ganges mit nicht mehr als 30 bis 40 Umdrehungen pro Minute.

Im Nachfolgenden mögen noch die besonders für die Schiffsmaschine in Betracht kommenden Verhältnisse geprüft werden.

Die bei Gas- bezw. Ölmaschinen bisher nur in bescheidenen Grenzen ausgeführte Leistungserhöhung ist auf Grund folgender Überlegungen durchgeführt:

Die Brennstoffmenge, die in einer Maschine zur Erzeugung von Arbeit verbrannt werden kann, findet ihre Grenze in der im Arbeitszylinder eingeschlossenen Verbrennungsluftmenge bezw. dem Luftgewicht. Eine größere Steigerung der Maschinenleistung über ein gewisses Maß hinaus ist unter normalen Verhältnissen nicht möglich, weil der zuviel eingespritzte Brennstoff nicht mehr die zu seiner Verbrennung erforderliche Luft vorfindet und deshalb unvollkommen oder gar nicht verbrennt, sie kann demnach nur durch gleichzeitige Vergrößerung des eingeschlossenen Luftgewichtes erreicht werden.

Steuerung der 1000 P. S.-
(vergl. Fig. 39

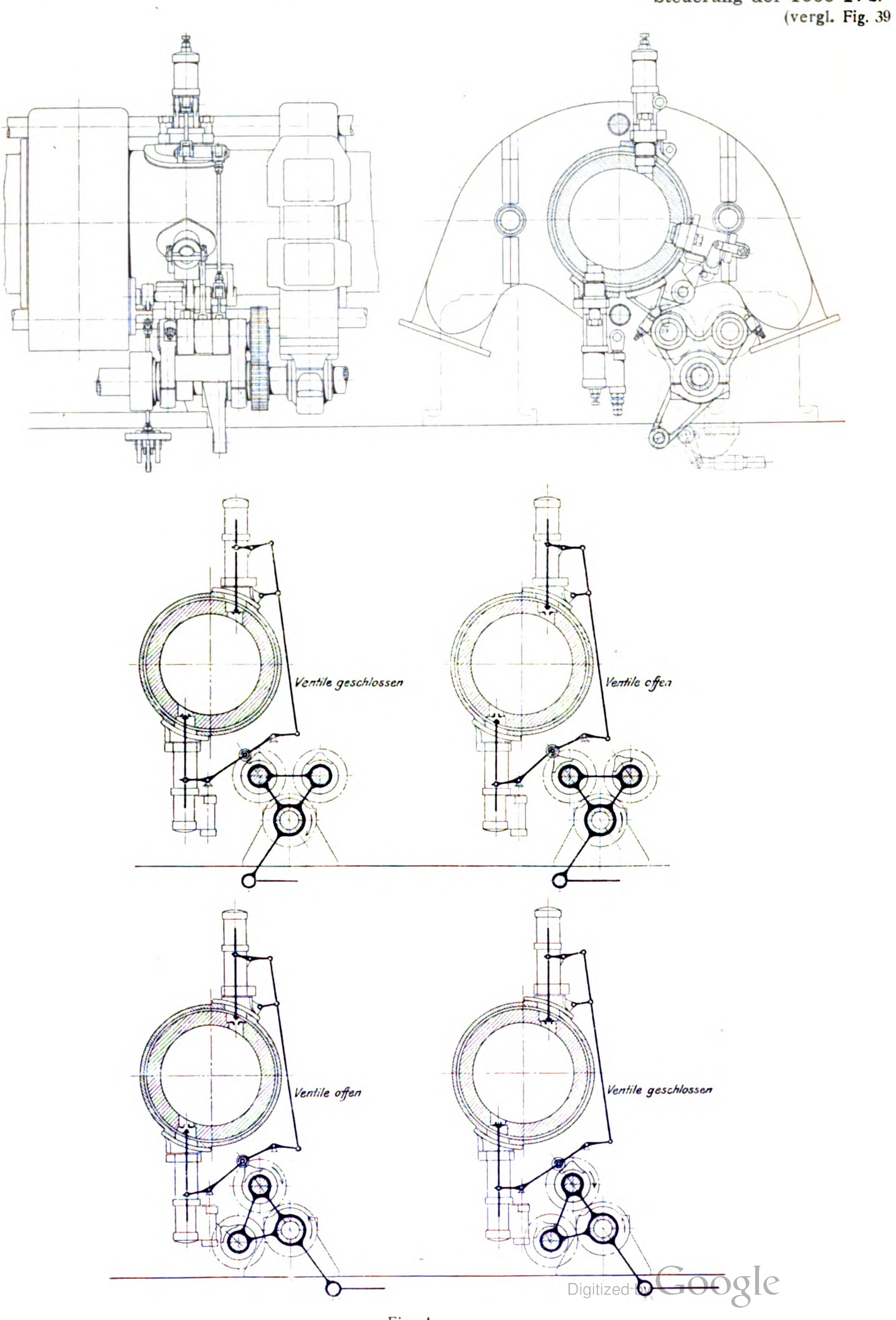


Fig. 4..

Junkers - Versuchsmaschine.
und **40.)**

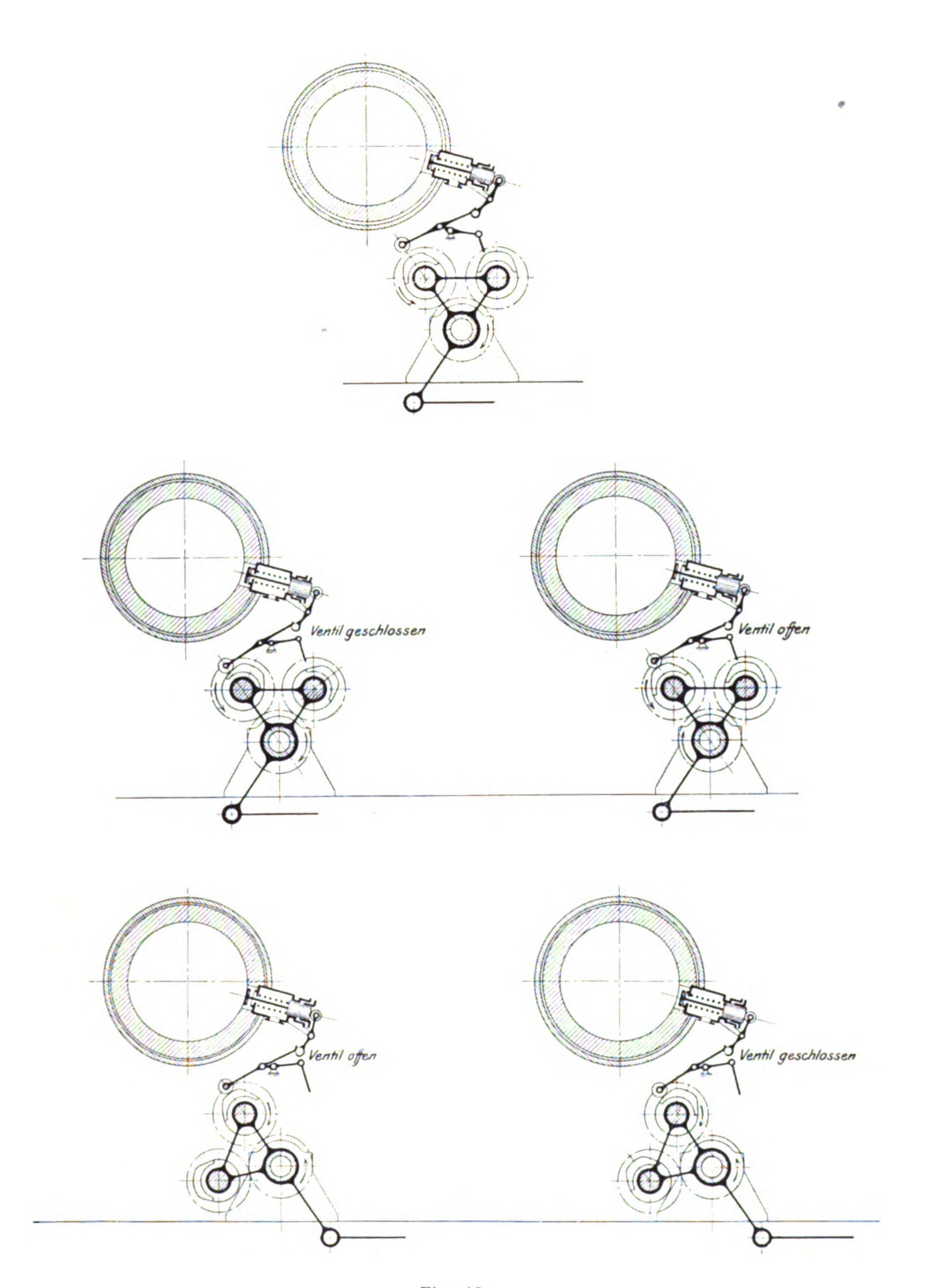


Fig. 42.

Die Mittel hierfür sind:

1. Einführung möglichst kalter Ladung,

2. Einführung der Ladung unter Überdruck.

In beiden Fällen müssen die Ladepumpen groß genug sein, um die größere Lademenge zu liefern.

1. Die Leistungserhöhung durch Einführen kalter Ladung hat besonders für Zweitaktmaschinen Bedeutung, da bei ihnen die Kompression der Spülluft und Ladung immer von einer Temperatursteigerung begleitet ist. Durch Kühlung der Ladung vergrößert sich das spezifische Gewicht im umgekehrten Verhältnis der absoluten Temperaturen; die zur Verfügung stehende Lademenge bezw. Luftmenge und die Leistung wird in demselben Verhältnis größer.

Zu beachten ist bei gut gekühlter Ladung, daß hierbei der ganze Kreisprozeß im Arbeitszylinder bei niedrigeren Temperaturen verläuft.

Praktisch erprobt ist das Verfahren u. a. an einer Oechelhäuser-Gasmaschine in Hörde, bei der ein Lamellenkühler in die Überströmleitung zwischen Ladepumpe und Arbeitszylinder eingebaut wurde. Es ergab sich praktisch bei einer Temperaturverminderung von 90,5° auf 30,5° eine Leistungssteigerung von 17 % (s. Z. d. V. d. Ing. 1908 S. 1927). Siehe auch Fig. 25 a.

Diese Art der Erhöhung der Leistung hat für Schiffsanlagen des geringeren Effektes wegen nicht die große Bedeutung, wie das im Nachfolgenden zu erwähnende Verfahren der Drucksteigerung; trotzdem wird das Rückkühlverfahren zweifellos im Dauerbetrieb mit Erfolg Anwendung finden können, da auf Schiffen Kühlwasser genug zur Verfügung steht.

2. Das Einführen der Luft unter Überdruck läßt sich bei Zweitaktmaschinen dadurch bewerkstelligen, daß die Auspuffgase hinter dem Auspuffbehälter gedrosselt werden (Fig. 43). Es stellt sich dann bei der Auspuff- und Ladeperiode ein höherer Druck als der atmosphärische ein, z. B. bei 50% Leistungserhöhung 1,5 abs., gegen den die Ladepumpen, deren höherer Druck sich selbst einstellt, ihre Ladung in die Zylinder schieben; der Ladevorgang ist sozusagen auf ein höheres Niveau gehoben. Wenn die Kompression im Arbeitszylinder beginnt, ist ein größeres Ladegewicht, z. B. bei obiger Annahme einer Leitungssteigerung von 50% um 50 % mehr vorhanden, wodurch mehr Treiböl verbrannt und die Leistung entsprechend gesteigert werden kann. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß das Kompressionsverhältnis, also auch der thermische Wirkungsgrad, derselbe bleibt; auch die Temperaturen sind, wenn dieselbe Kompressionsanfangstemperatur vorhanden ist, dieselben. Das Arbeitsdiagramm wird sozusagen im Kräftemaßstab vergrößert, wie es das theoretische Diagramm (Fig. 44) zeigt. Die Arbeits-

Schematische Darstellung einer Zweitaktmaschine mit Leistungserhöhung System Junkers.
Drosselung des Auspuffs.

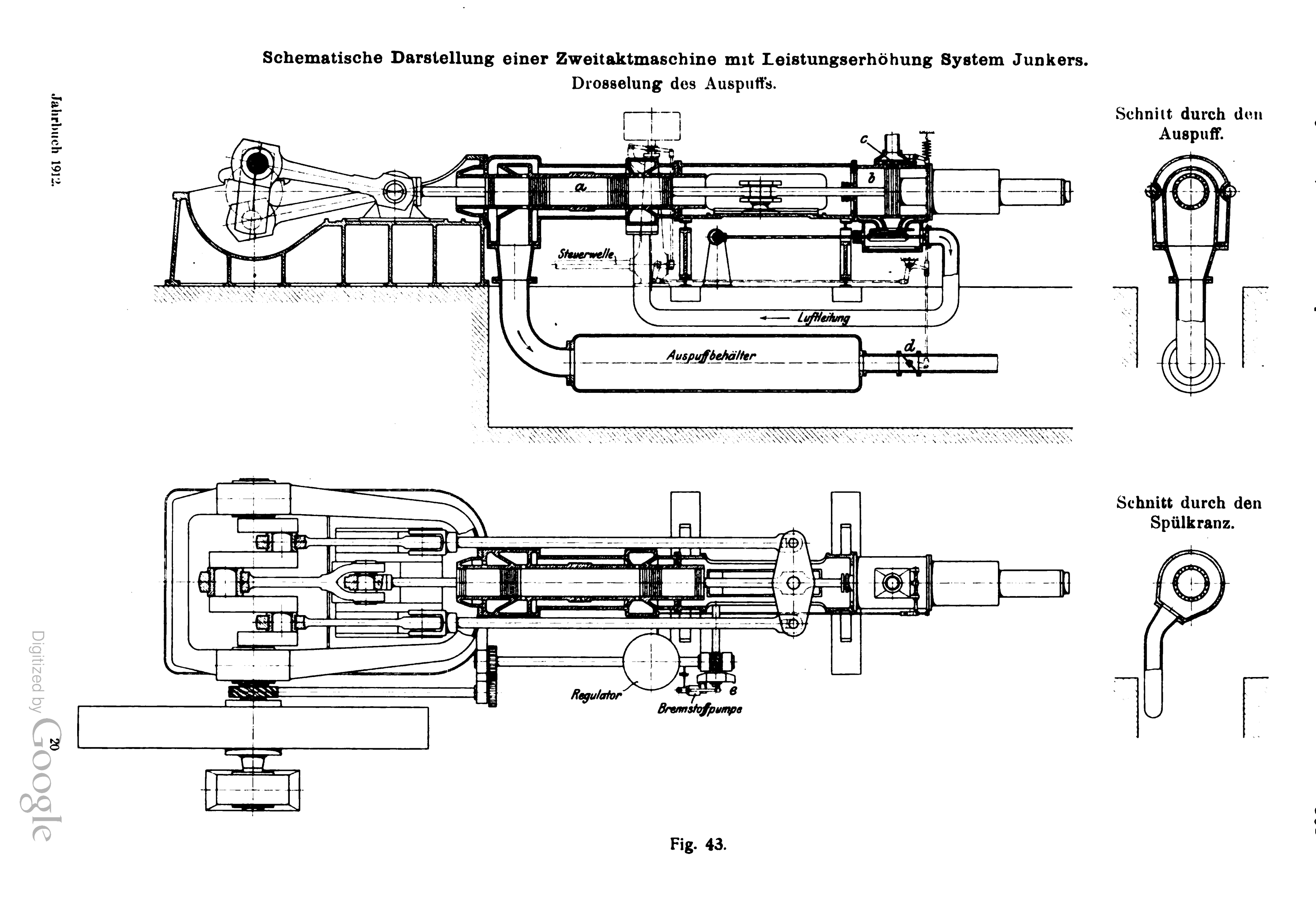


Fig. 43.

drucke wachsen also proportional der Leistungserhöhung. Die Arbeit der Ladepumpen wächst natürlich entsprechend dem gesteigerten Luftbedarf; die Fördermenge derselben wird, wenn die Leistungserhöhung nicht dauernd ist, zweckmäßig regelbar eingerichtet.

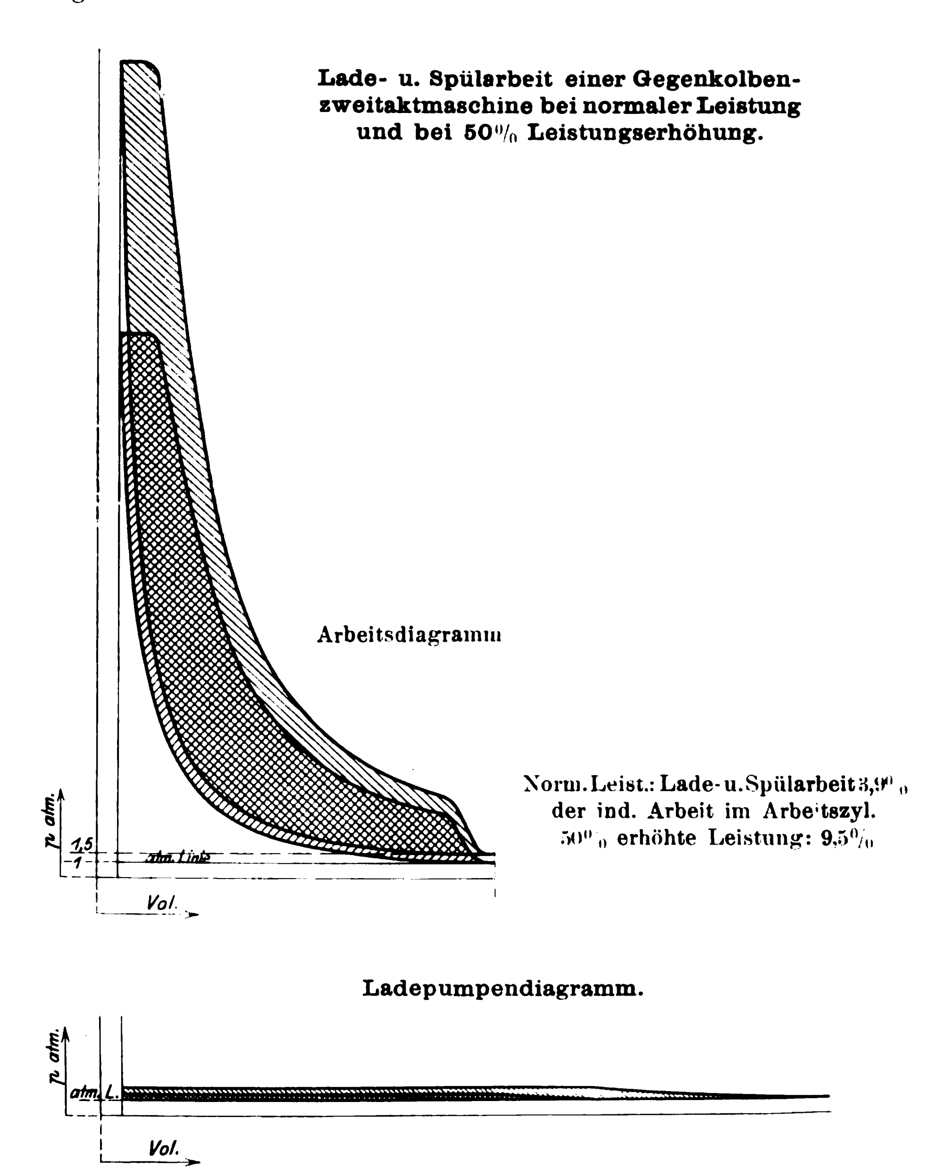


Fig. 44.

Die Steigerung der Leistung läßt sich bei diesem Verfahren sehr weit treiben. Hohe Arbeitsdrucke lassen sich aber in Doppelkolbenmaschinen infolge des günstig gestalteten Verbrennungsraumes und des Fehlens von großen Ventilen in demselben leichter beherrschen, ferner auch weil Zylinder und Rahmen entlastet sind

und die in Frage kommenden Getriebeteile leicht für höhere Kolbendrucke dimensioniert werden können.

Nimmt man beispielsweise eine Erhöhung des mittleren indizierten Druckes um 50 % des normalen an, was praktisch erreichbar und, wie bereits erwähnt, auch durchgeführt ist, so wird die Umdrehungszahl einer Schiffsmaschine bei der Annahme, daß die Leistung etwa proportional der dritten Potenz der Umdrehungszahl wächst, nach folgender Verhältnisgleichung:

$$\frac{L_{max}}{L_{norm}} = \frac{1,5}{1} \cdot \frac{n_{max}}{n_{norm}} = \frac{n_{max}{}^3}{n_{norm}{}^3}$$

$$1,5 = \frac{n_{max}{}^2}{n_{norm}{}^2}$$

$$\frac{n_{max}}{n_{norm}} = \sqrt{1,5} = 1.225$$

auf das 1,225 anwachsen. Da aber der mittlere Druck schon um 50 % gesteigert ist, so wäre eine Leistungssteigerung von

$$1.225 \,.\, 1,5 = 1,84.$$

d. s. 84 % erreicht.

Bei vorstehender Rechnung ist die Mehrarbeit der Spülpumpen nicht berücksichtigt, welche erforderlich ist, um die Spülluft auf höheren Druck zu bringen: diese Mehrarbeit ist jedoch, wie eine rechnerische Untersuchung zeigt und die Versuchsergebnisse an der Maschine bestätigt haben, verhältnismäßig gering, so daß sie den Brennstoffverbrauch für die Leistungseinheit bei Leistungserhöhung nur sehr wenig erhöht.

Das Verfahren, durch Zuführung eines erhöhten Luftgewichtes und Verschiebung des ganzen Arbeitsprozesses auf ein höheres Druckniveau eine hohe Leistungssteigerung zu erreichen, bringt gerade für den Schiffsbetrieb folgende Vorteile mit sich, die mit der Dampfkolbenmaschine nicht erreicht werden können:

1. Der Ungleichförmigkeitsgrad wird bei Anwendung dieses Verfahrens an der Schiffsmaschine nicht verändert, wie die folgende Überlegung zeigt. Die Massendrucke, die proportional dem Quadrat der Umdrehungszahl zunehmen, werden bei der oben angenommenen Steigerung des mittleren Druckes um etwa 50 % auf das $1,225^2 = 1,5$ fache anwachsen, und da die Arbeitsdrucke im selben Maße gewachsen sind, so werden auch die resultierenden Kolben- und Tangentialdrucke sowie die Überschußflächen, die für den Ungleichförmigkeitsgrad maßgebend sind, um 50 % größer werden. Da nun, wie schon oben gezeigt, das Quadrat der Umdrehungszahl ebenfalls um 50 % ansteigt, so ergibt sich derselbe günstige Ungleichförmigkeitsgrad der Maschine wie bei normalem Gang.



2. Da die Kompressionsend- bezw. Verbrennungsdrucke proportional mit der Leistungserhöhung wachsen, kann eine höhere minutliche Umdrehungszahl, soweit ihre Beschränkung durch die Massenbeschleunigungskräfte in Frage kommt, angewendet werden. Bei der Dampfmaschine ist dies bekanntlich nicht der Fall, da die Leistungssteigerung im wesentlichen durch eine größere Füllung erreicht wird, bei der die höchste Anfangsdampfspannung im Zylinder dieselbe bleibt wie bei normaler Belastung.

3. Bei dem Leistungserhöhungsverfahren wird für gleiche Höchstleistung bei gegebenem Hub der Zylinderdurchmesser kleiner und damit das für den Verbrennungs- und Spülprozeß und für die Wärmewirtschaft wichtige Verhältnis von $\frac{\text{Hub}}{\text{Zyl. } \varnothing}$ günstiger.

Zur Beurteilung der für den praktischen Schiffsmaschinenbetrieb wichtigen Verhältnisse, betreffend die aus den wirksamen Kolbenkräften resultierenden Lagerdrücke und die aus den Massenkräften resultierenden Massendrücke, freien Kräfte und Kippmomente bei der einfach- und doppeltwirkenden Ölmaschine, bei der Diesel- und Doppelkolbenmaschine, sind dieselben in den Fig. 45—53 zur Darstellung gebracht.

Um die volle Getriebeausnutzung für Hin- und Rückgang zu erreichen, wählte ich die Tandemanordnung. Mit dieser Konstruktion wird allerdings nicht die Doppelwirkung im üblichen Sinne erreicht; es wird ein zweiter Zylinder mit weiteren zwei Kolben erforderlich, ferner auch das Umführungsgestänge; aber der Vorteil liegt andererseits darin, daß mit dieser Doppelwirkung keine Komplikationen hinzutreten, welche die Betriebssicherheit herabdrücken, da die zusätzlichen Getriebeteile sicher beherrscht werden können. Ferner ist es bei der Tandemanordnung möglich, gleiche Gewichte für das äußere und innere Getriebe ohne Zusatzgewichte zu erhalten und somit zu einem besseren Ausgleich der Massen zu gelangen.

Man hat nun der Tandemmaschine vorgeworfen, daß sie zu lang werde, insbesondere in stehender Anordnung für Schiffszwecke. Wie die Konstruktion der größeren vorgeführten Versuchsmaschine zeigt, wird dieselbe nicht länger, sondern kürzer als die gewöhnliche doppeltwirkende Zweitaktmaschine von demselben Hub, wenn man die entsprechenden konstruktiven Maßnahmen nach der Forderung einer Maschine von geringer Länge wählt; sie beträgt von Mitte Welle aus etwa 7,8 mal Hub, während die Länge der doppeltwirkenden Dieselmaschine etwa 8 mal Hub betragen wird. Die Doppelkolbenmaschine in Tandemanordnung macht aber deshalb den Eindruck einer größeren Länge, weil man die Maschinenlänge

ɛr Doppelkolbenmaschine.

ke der einfach wirkenden Dieselmaschine.

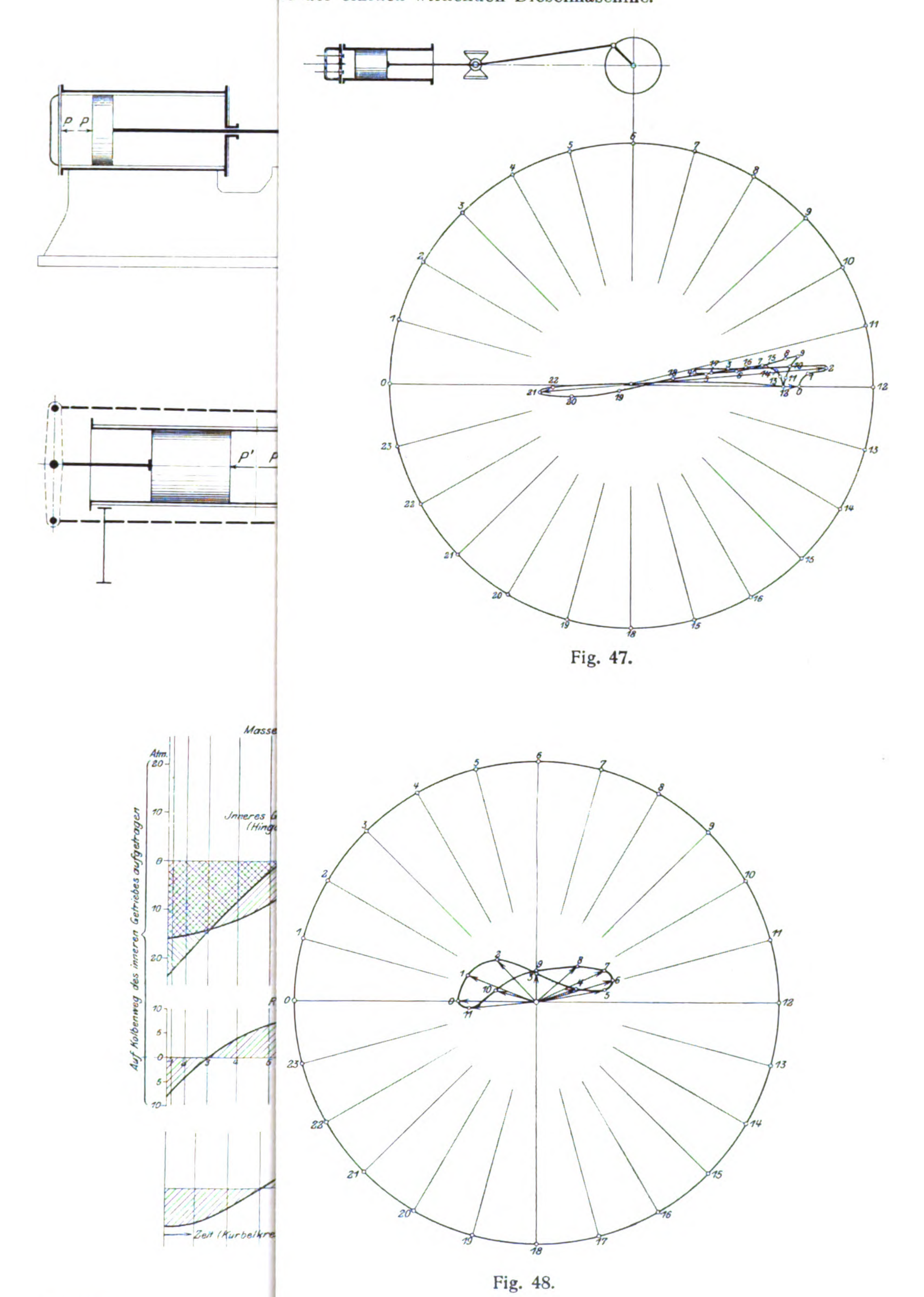


Fig. 47.

Fig. 48.

(Seite 308 a.)

Massenkräfte und Kippmomente von 3 einfach wirkenden Dieselmaschinen.

Massendrucke

Summe der Massendrucke = 0

Freie Kippmomente

Fig. 52.

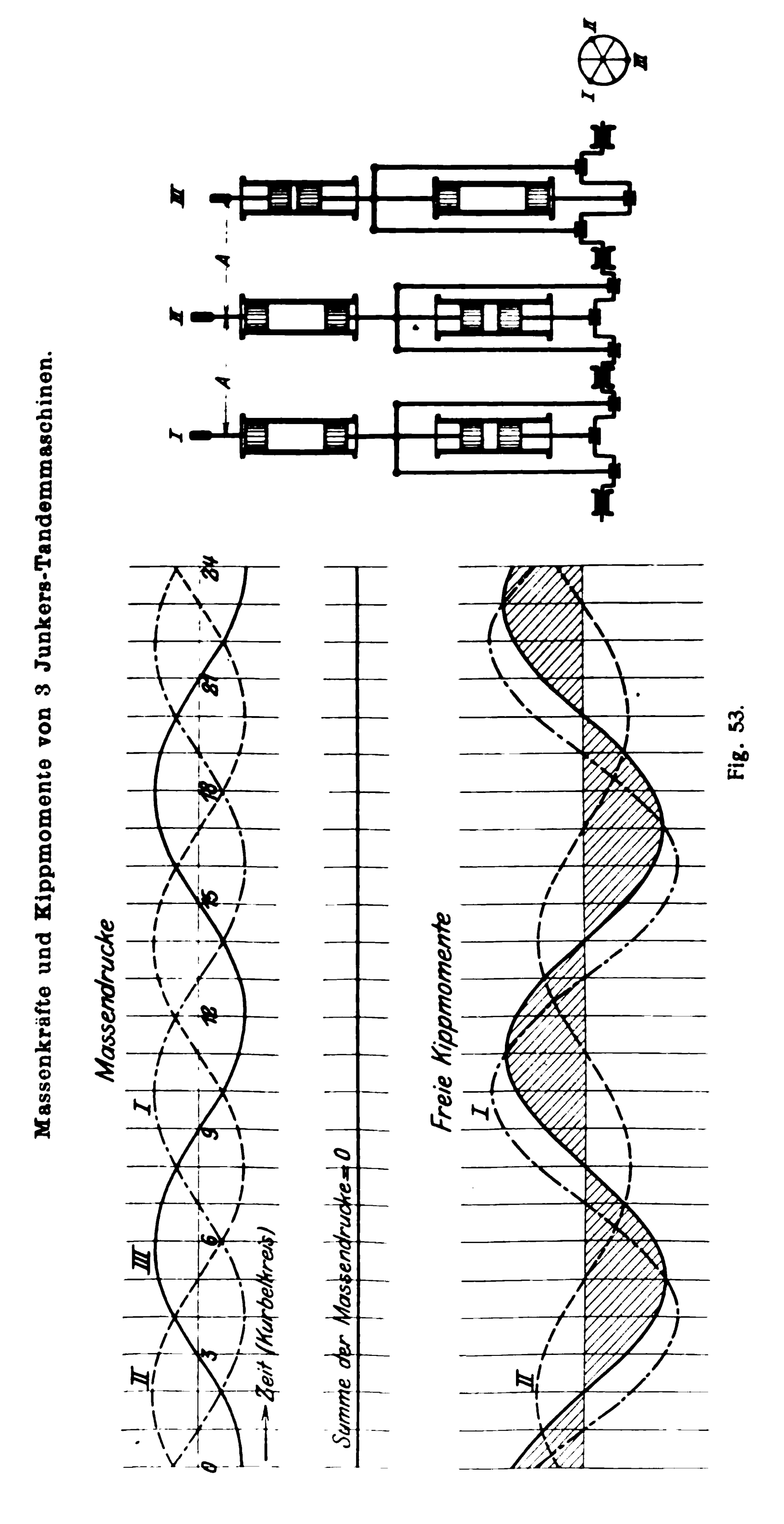

Massenkräfte und Kippmomente von 3 Junkers-Tandemmaschinen.
Massendrucke
I
II
III
0
3
6
9
12
15
18
21
24
→ Zeit (Kurbelkreis)
Summe der Massendrucke = 0
Freie Kippmomente
A
A

Fig. 53.

unwillkürlich immer nach ihrem Verhältnis zur Pleuelstangenlänge beurteilt und dabei vergißt, daß die Pleuelstange infolge der Hubverteilung auf zwei Kolben nur halb so lang ist wie diejenige der gewöhnlichen Maschine von gleichem Hub. Wenn es nun auch sehr wohl angängig ist, die Tandemmaschine kurz zu bauen, wie die größere Versuchsmaschine zeigt, so glaubte ich bei der ersten Ausführung einer größeren Schiffsmaschine in völliger Übereinstimmung mit den entscheidenden Stellen die betriebstechnischen Vorteile einer längeren Bauart durch Zwischenschaltung einer Laterne zwischen den beiden Arbeitszylindern, behufs bequemer Montage und Demontage der Kolben, dem Nachteil einer längeren Bauart nicht opfern zu sollen.

Der Schwerpunkt dieser Maschine, die in Fig. 55 wiedergegeben ist, liegt nur etwa 1 m höher als der einer gleich starken Dampfkolbenmaschine gewöhnlicher Bauart eines solchen Schiffstyps.

Der Unterbringung der stehenden Tandemmaschine in Handelsschiffen stellen sich größere Schwierigkeiten nicht entgegen, da die Raumhöhe hier meist vorhanden ist. Besondere Durchbrechungen der oberen Decks werden nicht erforderlich, da dieselben schon sowieso für die großen Licht- und Luftschächte vorhanden sind.

Fig. 54 stellt die Disposition der Maschinenanlage dar, die von der Aktiengesellschaft „Weser“, Bremen, in ein Frachtschiff der Hamburg-Amerikalinie eingebaut wird. Jede der beiden Wellen erhält drei Tandemmaschinen. Die Gesamtleistung der Anlage beträgt 1600 WPS. Fig. 55 zeigt Ansicht und Schnitte dieser Maschine.

Die Abmessungen der Maschine sind:

$$\text{Zyl. } \varnothing = 400 \text{ mm},$$
$$\text{Hub} = 2 \times 400 \text{ mm},$$
$$n = 120.$$

Die Maschinen einer Welle sind untereinander unter 120° versetzt, das Drehmoment ist recht gleichförmig.

Grundplatten und Ständer sind ebenso ausgeführt wie bei Schiffsdampfmaschinen. Auf den Ständern jeder Tandemmaschine sitzt ein kräftiges Laternenstück, auf dem der obere Arbeitszylinder befestigt ist, während der untere Zylinder zwischen den Ständern im unteren Teil des Laternenstückes befestigt und in einer Brille geführt wird, die die Ständer untereinander verbindet. Die Gleitbahnen der äußeren Kreuzköpfe sitzen der besseren Zugänglichkeit halber denen des mittleren Kreuzkopfes gegenüber. Der Angriffspunkt der Kreuzkopfdrücke liegt verhältnismäßig tief, und da auch sonst das Gestell fast ganz von vertikalen Kräften



Maschinenanlage mit Maschinen System Junkers für ein Frachtschiff der Hamburg-Amerika-Linie, 2×800 W.P.S. Erbaut von der A.-G. Weser, Bremen.

1. Hauptmotoren
2. Reservekompressor mit Dieselmotor.
3. Notkompressor mit Dampfmaschine.
4. Dynamo mit Dieselmotor.
5. Hilfskondensator.
6. Kombinierte Luft- und Zirkulationspumpe.
7. Schwimmertank.
8. Dampfspeisepumpe.
9. Ballastpumpe mit elektrischem Antrieb.
10. Dampfpumpe für Kesselspeisetank.
11. Dampfpumpe für Ölverbrauchstank.

Fig. 54.

Maschinenanlage für ein Frachtschiff der Hamburg-Amerika-Linie, 2×800 W. P. S.
Zylinder ∅=400 mm, Hub=2×400 mm, n=120. (Vergl. Fig. 54).

Fig. 55.

entlastet ist, so brauchte die Ständerkonstruktion nur mit Rücksicht auf Stabilität konstruiert zu werden und konnte deshalb verhältnismäßig leicht ausgeführt werden.

An die beiden äußeren Maschinen eines Wellenaggregates sind je zwei Spülpumpen, an die mittlere ein vierstufiger Kompressor zur Erzeugung der Einspritzluft angehängt. Bei den Getriebeteilen und den sonstigen Konstruktionselementen sind möglichst im Schiffsmaschinenbau bewährte Konstruktionen zur Anwendung gekommen; die Verbindungen zwischen Umführungsstangen und Traversen sind gelenkig ausgeführt. Am oberen Teil der Laternenstücke entlang führen die Sammelleitungen für die Spülluft; aus diesen tritt die Spülluft in das Innere der Laternenstücke, die als Luftbehälter dienen, und von da aus in die Arbeitszylinder. Die gekühlten Auspuffleitungen vereinigen sich an den äußeren Wänden des Maschinenschachtes in je einem gemeinsamen Auspuffbehälter.

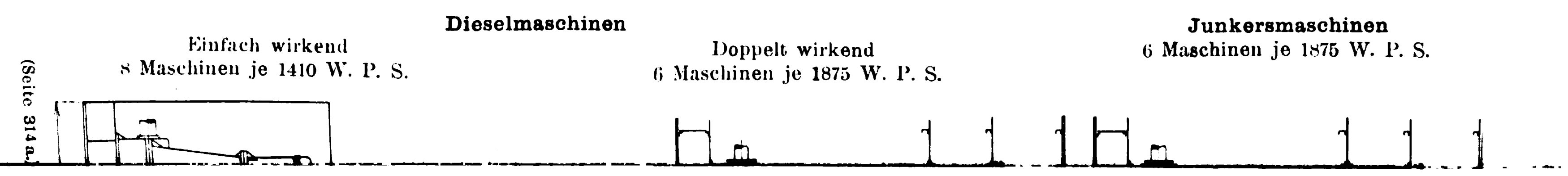
Die Kurbelwellen sind dreiteilig und auswechselbar; der Ausbaumöglichkeit und Zugänglichkeit der Getriebeteile ist weitgehend Rechnung getragen.

Die Maschinen sind für 25 % Leistungserhöhung eingerichtet, dementsprechend ist die Fördermenge der Spülpumpen regelbar eingerichtet.

Anders wie im Handelsschiffbau liegen die Verhältnisse im Kriegsschiffbau. Die verhältnismäßig geringe, durch die Lage der Wasserlinie und des Panzerdecks bedingte Raumhöhe bringt im Gegensatz zum Handelsschiff praktische Schwierigkeiten für die Konstruktion großer, einigermaßen gut arbeitender stehender Ölmaschinen. Das Hubverhältnis wird sehr klein, und damit werden die Getriebeverhältnisse und die den Arbeitsprozeß bestimmenden Einflüsse, wie Spülung, Verbrennung, Wärmeübergang an die Wandung usw., ungünstiger. Der mechanische Wirkungsgrad, das Kurbeltriebwerk und seine Lagerung, die Verbrennung, der mittlere Druck im Arbeitsdiagramm, werden ungünstiger und mithin die Wärmeverluste und der Treibölverbrauch größer ausfallen.

Um ein Urteil zu gewinnen über die erreichbaren Hauptabmessungen der Doppelkolbenmaschine in stehender Anordnung bei Unterbringung einer möglichst großen Leistung, wurden Entwurfsskizzen von einem Linienschiff angefertigt. (Tafel 1 und 2). Diese Entwürfe machen keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Genauigkeit, doch läßt das Gesamtbild erkennen, daß bei Anordnung von je sechs Einheiten für die Welle bei vier Wellen eine Leistung von etwa 45 000 PS sich erreichen läßt. Hierbei kommt man auf Abmessungen von 890 mm Zylinderdurchmesser und 2 × 600 mm Hub bei 150 Umdrehungen unter Zugrundelegung eines mittleren Druckes im Arbeitsdiagramm von 11,6 kg/cm² bei Leistungserhöhung und eines Verhältnisses von 0,65 zwischen der Wellenleistung und der indizierten Leistung des Arbeitszylinders.

(Seite 314 a.)


Dieselmaschinen
Einfach wirkend
8 Maschinen je 1410 W. P. S.
Doppelt wirkend
6 Maschinen je 1875 W. P. S.
Junkersmaschinen
6 Maschinen je 1875 W. P. S.

TAFEL 2.

Entwurf eines 26 000 t-Linienschiffes mit stehenden Maschinen.

Hauptdaten:

Länge in C. W. L.	175 m
Breite	29 m
Tiefe	8,2 m
Seitenhöhe bis Oberdeck	13,8 m

Maschinen-Abmessungen:

Zylinder-Durchmesser	890 mm
Hub	2×600 mm

Propeller-Abmessungen:

Durchmesser	5,0 m
Steigung	5,2 m

Armierung:

12–30,5	L/45
14–19	L/45
12 — 8,8	L/40

4 Breitseit-Torpedorohre

Oberes Plattformdeck

Hilfs-masch. Maschine 2 Maschine 4 Maschine 6 Maschine 8 Maschine 10 Maschine 12 Hilfs-masch.

Hilfs-masch. Maschine 1 Maschine 3 Maschine 5 Maschine 7 Maschine 9 Maschine 11 Hilfs-masch.

0 10 19 29 38 46 54 62 70 78 86 94 102 111 121 135 V.P.

Spant 48½ — Treib-Öl

Spant 91½ — Treib-Öl

Unteres Plattformdeck

Hilfs-masch. Hilfs-masch. Hilfs-masch. Hilfs-masch.

0 10 19 29 38 46 54 62 70 78 86 94 102 111 121 135 V.P.

(Seite 314 b.)

Hierbei w

maschinen, bei
hältnismäßig n

Bei einfa

von $\frac{\text{Hub}}{\text{Zyl. } \varnothing}$ no

wirkenden Do
sind Vergleichs
abmessungen
sehen. Die D
Beanspruchun

Anordnung

Leistung pro

Zylinder-⌀ .
Hub . . .
Hub
⌀ . . .
n max. .
c max. .
p_e max.
p_i max. .
Kurbelwell
Mittl. Kur
..
Kreuzkop
„

Fi
Fahrzeu
dem vo
gewährt

Hierbei wird das Verhältnis $\frac{\text{Hub}}{\text{Zyl. } \varnothing} = 1{,}35$, das ist gegenüber Handelsschiffsmaschinen, bei welchem dies Verhältnis gleich 2 genommen werden kann, verhältnismäßig niedrig.

Bei einfach- und doppeltwirkenden Dieselmaschinen wird das Verhältnis von $\frac{\text{Hub}}{\text{Zyl. } \varnothing}$ noch viel ungünstiger, da dieselben viel höher bauen als die einfach wirkenden Doppelkolbenmaschinen. Um auch hierüber ein Urteil zu gewinnen, sind Vergleichsentwürfe von Anlagen mit letzteren Maschinen gemacht. Die Hauptabmessungen der verglichenen Maschinen sind aus der beigefügten Tabelle zu ersehen. Die Dimensionen der Getriebe und Zapfen sind unter Annahme gleicher Beanspruchung für Festigkeit und Flächendruck berechnet.

	Doppelkolben-maschine mit Leistungserhöhung	Diesel-Zweitakt-Maschine doppelt wirkend	Diesel-Zweitakt-Maschine einfach wirkend
Anordnung pro Welle .	6 Maschinen	6 Maschinen	8 Maschinen
Leistung pro Zylinder . .	1875 WPS	1875 WPS	1410 WPS
Zylinder-$\varnothing$	890 mm	960 mm	1170 mm
Hub	2 . 600 mm	800 mm	930 mm
$\frac{\text{Hub}}{\varnothing}$	1,35	0,835	0,795
n max.	150	150	130
c max.	3,0 m/sec.	4,0 m/sec.	4,0 m/sec.
p_w max.	7,5 kg/cm²	4,9 kg/cm²	4,9 kg/cm²
p_i max.	11,6 kg/cm²	7,5 kg/cm²	7,5 kg/cm²
Kurbelwellenschaft-$\varnothing$ . .	550 mm	560 mm	650 mm
Mittl. Kurbelzapfen-$\varnothing$.	600 mm	600 mm	730 mm
,, ,, -Länge . . .	780 mm	640 mm	850 mm
Kreuzkopfzapfen-$\varnothing$ . . .	400 mm	380 mm	450 mm
,, Länge .	800 mm	640 mm	800 mm

Fig. 56 zeigt eine Anlage von Doppelkolbenmaschinen, wie sie für kleine Fahrzeuge in Betracht kommen kann. Die Spülpumpen sind hier ebenfalls wie in dem vorhin gezeigten Entwurf direkt an die Maschine angehängt. Diese Anordnung gewährt eine vorteilhafte Raumausnutzung und schafft gute Arbeitsbedingungen



Doppelkolbenmaschinen-Anlage für kleinere Fahrzeuge.

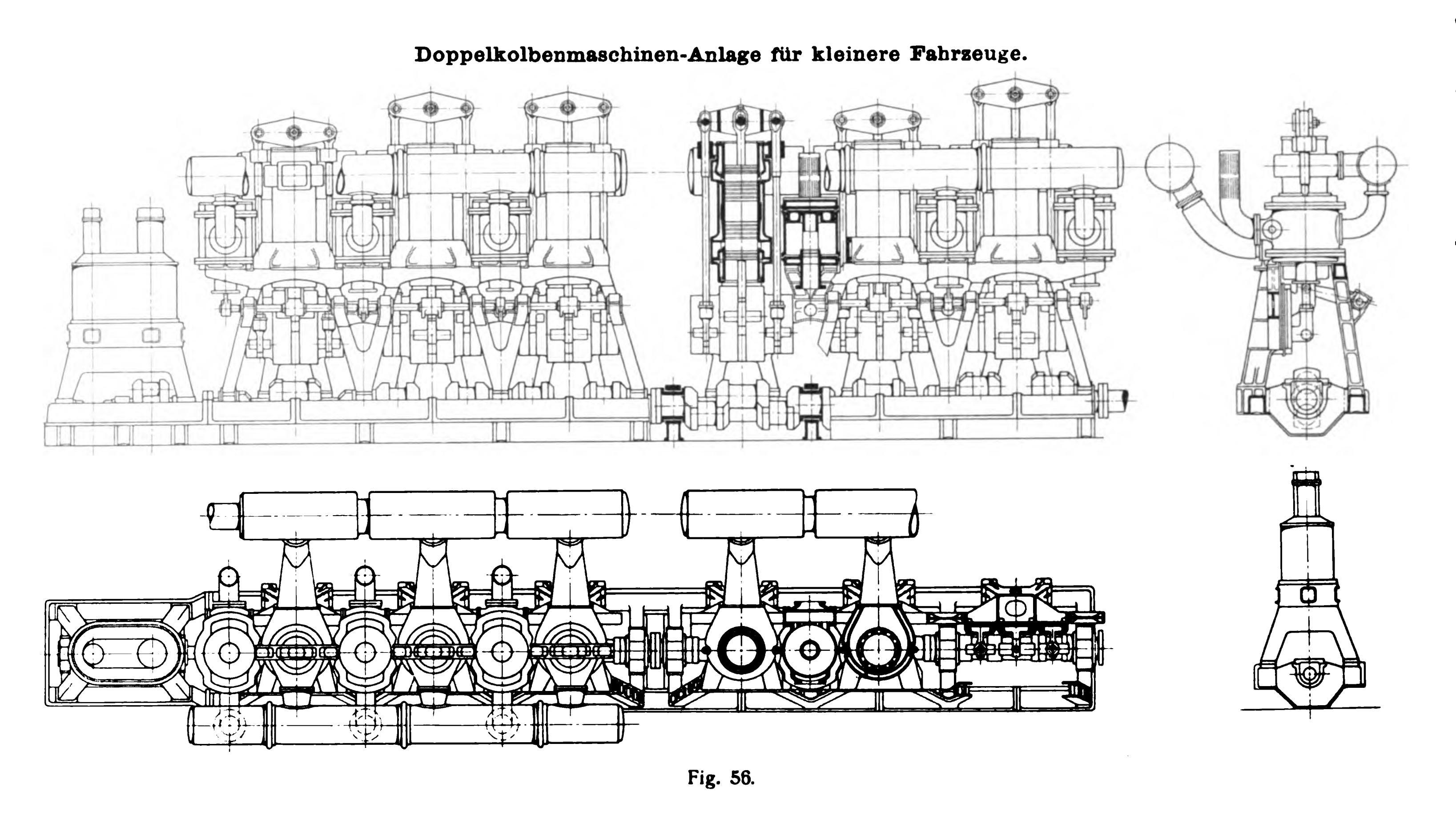


Fig. 56.

bezüglich der Spülung und der Ausbalancierung. Der mehrstufige Kompressor wird von der Hauptwelle angetrieben.

Um die mit der geringen Raumhöhe unter Panzerdeck gegebenen ungünstigen Konstruktionsbedingungen der stehenden Ölmaschine zu umgehen, lag die Untersuchung nahe, ob sich eine liegende Maschinenanordnung den Bedingungen der Kriegsmarine besser anzupassen vermag.

Der zur Verfügung stehende Raum bei Kriegsschiffen, welcher sehr niedrig, aber breit und lang ist, ladet förmlich hierzu ein, wenn man mit der Voraussetzung rechnet, daß es dem Schiffbauingenieur gelingt, die Bedingungen der Festigkeit und Sicherheit den geänderten Verhältnissen anzupassen. Das bei vielen Ingenieuren vorherrschende Gefühl, daß die liegende Anordnung gegenüber der stehenden sehr große grundsätzliche Nachteile habe, hat zweifellos seinen Ursprung und seine Berechtigung in den der liegenden Dampfmaschine anhaftenden Nachteilen und führt in Anwendung auf Verbrennungsmaschinen leicht irre, wenn nicht sorgfältig geprüft wird, ob diejenigen Voraussetzungen, die bei der Dampfmaschine zur Bevorzugung ihrer stehenden Anordnung führen, auch auf die Ölmaschine zutreffen. Der liegenden Dampfkolbenmaschine wird mit Recht einseitiger Verschleiß der Zylinder, Ecken und infolgedessen Knurren der Kolben, erhöhte Beanspruchung der Kolbenstangen, einseitiger Verschleiß in den Stopfbüchsen, Verschleiß der Grundlager in der Lagerfuge, ungünstige Beanspruchung der Schiffsfundamente, Erschwerung in der Unterbringung vorgeworfen. Prüft man, ob und inwieweit diese bei der Dampfmaschine auftretenden Nachteile bei der liegenden Doppelkolbenmaschine zutreffen, so gelangt man zu folgenden Ergebnissen:

Der spezifische Flächendruck des Kolbens ist bei der Ölmaschine bedeutend kleiner als bei dem Niederdruckdampfkolben. Infolge des großen Verhältnisses von Länge zu Durchmesser des Kolbens ist ein Ecken und Zittern des Kolbens unmöglich. Wenn man nun trotzdem in einzelnen Fällen schlechte Erfahrungen in bezug auf Reibung und Verschleiß von Kolben und Zylindern bei großen Verbrennungsmaschinen liegender Anordnung gemacht hat, so darf man diese noch nicht verallgemeinern, denn solchen schlechten Erfahrungen stehen andere, durchaus gute, gegenüber, die man an Gasmaschinen mit großem Kolbendurchmesser gemacht hat. Geht man den Ursachen für dieses verschiedene Verhalten nach, so findet man, daß vor allen Dingen die an den Wandungen sich absetzenden Verschmutzungen bei der Verbrennungsmaschine von besonderem Einfluß auf Reibung und Verschleiß sein können. Diese Verschmutzungen können entstehen



Hauptspant und Festigkeits-Längsschott eines 24 500 t-Linienschiffes mit liegenden Junkers-Tandemmaschinen.

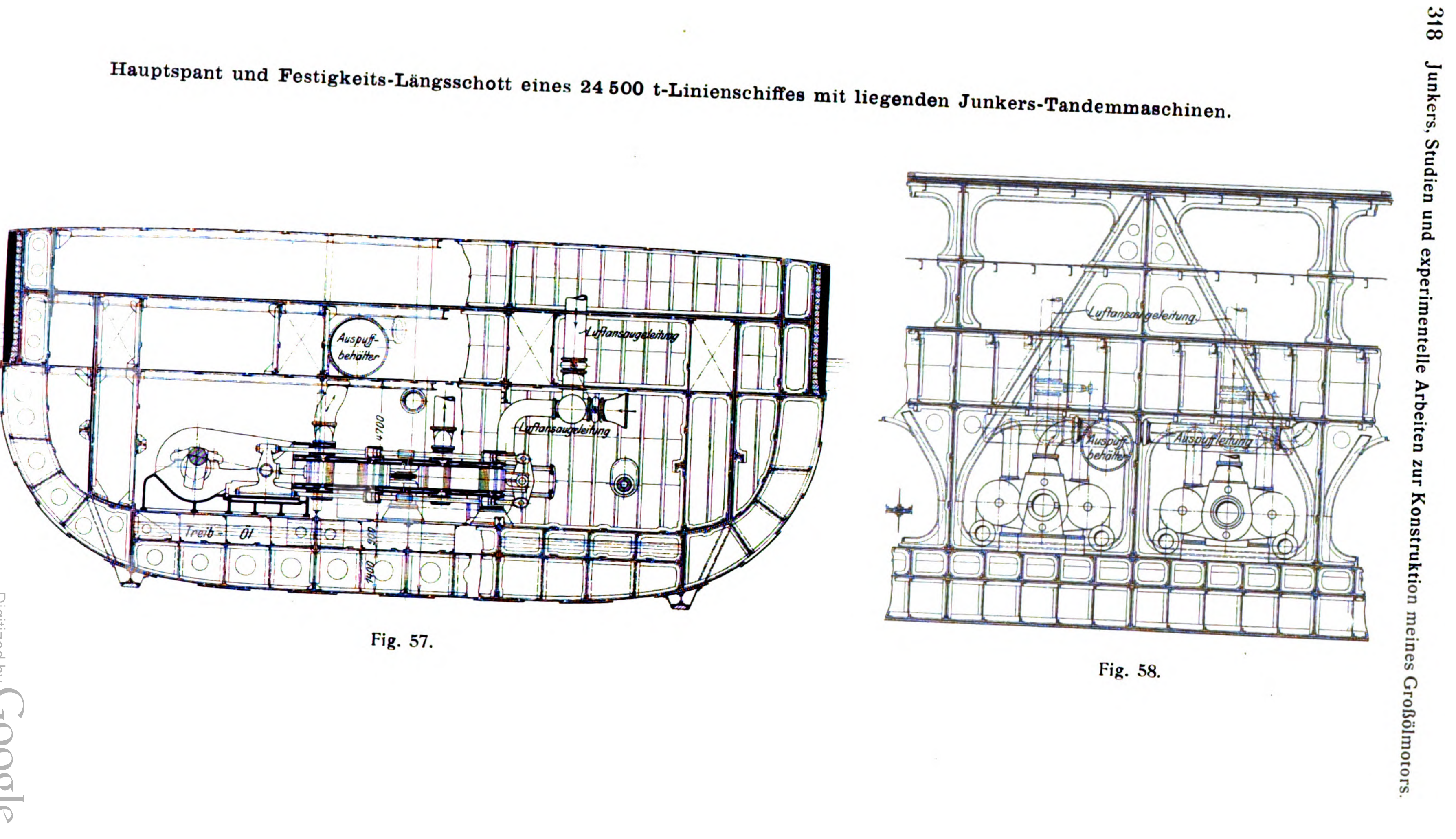


Fig. 57.

Fig. 58.

TAFEL 3.

Entwurf eines 25 000 t-Linienschiffes mit liegenden Maschinen.

Hauptdaten:		Maschinen-Abmessungen:		Propeller-Abmessungen:		Armierung:	
Länge in C. W. L.	180 m	Zylinder-Durchmesser	770 mm	Durchmesser	4,3 m	12—30,5	L/45
Breite	27 m	Hub	2×770 mm	Steigung	5,9 m	14—19	L/45
Tiefe	8,3 m					12—8,8	L/40
Seitenhöhe bis Oberdeck	13,8 m					4 Breitseit-Torpedorohre	

infolge Ausscheidens von Ruß, unvollkommener Verbrennung, Unreinlichkeiten des Brennstoffes usw. Für die Reinhaltung der Laufflächen von diesen Unreinlichkeiten ist zweifellos der Spülvorgang und die Durchführung einer guten Schmierung von größter Bedeutung. Die einseitig wirkenden Kolben, die nach jedem erhaltenen Wärmeimpuls in dem kalten, von Verbrennungsgasen unberührten Zylinderteil sich abkühlen und sich hier mit einer kalten Ölschicht überziehen, liefern die besten Vorbedingungen für eine gute Schmierung und haben dadurch bezüglich der Reibung, des Verschleißes und Trockenlaufens einen Vorsprung vor den doppeltwirkenden Kolben, der bei Beurteilung der Betriebssicherheit und Reparaturbedürftigkeit wohl nicht leicht zu hoch eingeschätzt werden kann.

Die anderen gegen die liegende Dampfmaschine erhobenen Einwände des einseitigen Verschleißens der Stopfbüchse und der erhöhten Beanspruchung der Kolbenstange entfallen bei der liegenden Doppelkolbenmaschine, desgleichen der Einwurf des erhöhten Verschleißens in der Lagerfuge der Grundlager, da letztere an sich weitgehend entlastet sind. Infolge der weitgehenden Ausbalancierung der Massen bei der Doppelkolbenmaschine wird die Beanspruchung des Schiffsbodens, zumal bei Wahl langer Pleuelstangen, gegenüber anderen liegenden Maschinen stark vermindert. Es bleibt der Einwurf der Erschwerung einer guten Unterbringung der liegenden Maschine, und dieser muß allerdings ernstlich geprüft werden.

Den Nachteilen der liegenden Maschine, soweit diese bei der Doppelkolbenmaschine überhaupt in Frage kommen, stehen aber eine Anzahl von Vorteilen gegenüber, die gerade für die Ölmaschine in ihrer Anwendung für Kriegsschiffe von Wichtigkeit sind. Diese bestehen in der Möglichkeit:

1. der Anwendung einer langhubigen Maschine mit all ihren Vorteilen,
2. der besseren Getriebeausnutzung durch die Tandemanordnung mit ihren Vorteilen,
3. der Unterbringung der Maschinenanlage unter der Wasserlinie bei tiefliegendem Panzerdeck,
4. einer guten Zugänglichkeit aller Maschinenteile und einer bequemen Montage und Demontage.

In Fig. 57—58 sowie Tafel 3 und 4 sind Entwurfsskizzen zu einem Linienschiff mit Antrieb durch liegende Tandem - Doppelkolbenmaschinen wiedergegeben, welche die Einbaumöglichkeit und die Anpassung an die besonderen Schiffsverhältnisse dartun.

Diskussion.

Herr Oberingenieur Schwarz-Nürnberg:

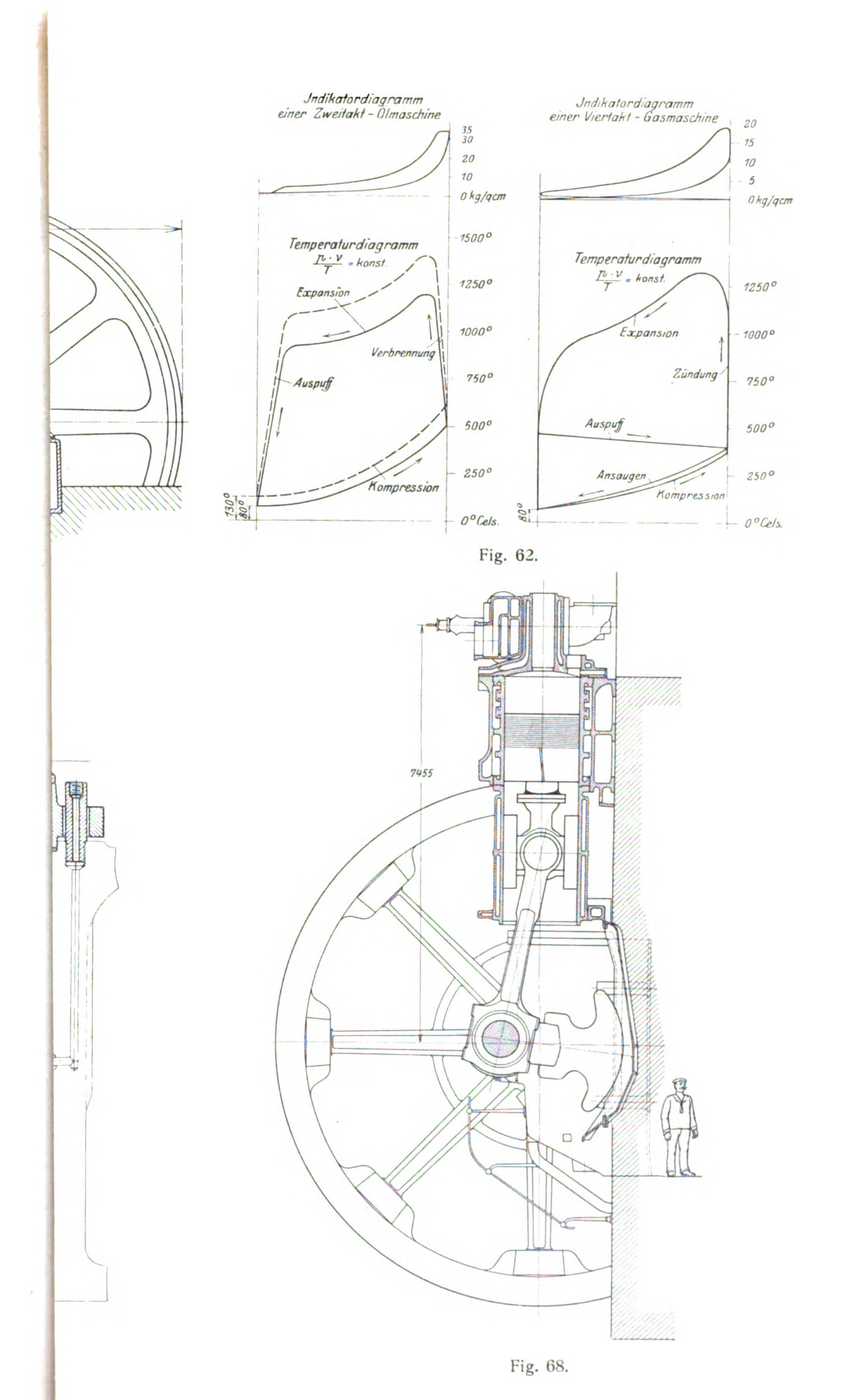
Königliche Hoheit, meine Herren! Daß die Frage der Großölmaschine an dieser Stelle zum ersten Male auf reeller Basis eingehend behandelt wird und daß Herr Professor Junkers in der Maschine seines Systems eine Möglichkeit zur praktischen Ausführung dargetan hat, ist eine dankenswerte und sehr verdienstvolle Leistung. Besonders anzuerkennen ist die bis ins Kleinste gehende Durchführung der Versuche, die den deutschen Wissenschaftler kennzeichnet und sicher außerordentlich anregend für kommende Arbeiten auf diesem Gebiet werden wird.

Der Großgasmaschinenbau war die Grundlage, auf der auch Herr Professor Junkers seine Ölmaschine aufgebaut hat, denn es ist eine zwingende Notwendigkeit, für den Bau von Großölmaschinen auf die reichen und nicht immer erfreulichen Erfahrungen des Großgasmaschinenbaues zurückzugreifen. Darum möchte auch ich als Angehöriger der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg mir zunächst erlauben, in Ergänzung zu den Ausführungen des Herrn Vortragenden einige Beispiele anzuführen, die vielleicht geeignet sind, das Vertrauen in die Möglichkeit einer Großölmaschine und den Glauben an ihre baldige Verwirklichung zu fördern.

Fig. 59 zeigt unseren größten Großgasmaschinenzylinder einer Tandemmaschine, die normal 3200 PS leistet, also pro Zylinderseite schon 800 Pferde. Hier sind bereits Durchmesser von 1300 mm und Wandstärken von 85 mm ausgeführt. Trotz ihrer Riesenabmessungen haben sich diese Teile in jeder Beziehung im Feuer gut bewährt. Als Gegenstück hierzu bringe ich im folgenden Bild (Fig. 60) einen Querschnitt durch den Zylinder einer 1000 pferdigen Ölmaschine für Unterseebootsantrieb mit 125 PS pro Zylinder, der in seinen Abmessungen mit 320 mm Durchmesser und Wandstärken von 28 mm verschwindend klein ist gegenüber dem vorhin gezeigten Gasmaschinenzylinder, trotzdem er zurzeit noch mit zu den in bezug auf Leistung größten Dieselmotoren für Schiffsantrieb gehört, die bisher gebaut worden sind.

Am Bild einer ganzen Maschine (Fig. 61) kann ich gleich vom typisch Neuen der Verbrennungsmaschinen überhaupt, also auch der kommenden Großölmaschine sprechen. Bemerkenswert sind die im Feuer stehenden großen Teile, wie Zylinder, Deckel, Kolben, Kolbenstangen, Ventile und Stopfbüchsen sowie deren Kühlung. Bemerkenswert für diese Großgasmaschinen ist auch, daß sie im Hüttenbetrieb teilweise bis zu 8600 Jahresstunden voll belastet laufen, während das Jahr rund 8760 Stunden hat, das sind also über 98 % der überhaupt möglichen Jahresbetriebszeit. Die durchschnittlichen Jahresreparaturkosten für solche Maschinen haben sich nach mehrjähriger genauer Kontrolle zu 1—1 ½ % der Anschaffungskosten ergeben, Zahlen, die uns von 21 verschiedenen Werken mitgeteilt worden sind, sich also nicht nur auf einen einzelnen Fall beziehen.

Um den Herren auch eine Vorstellung von dem Temperaturverlauf in der Ölmaschine zu geben, bringe ich im nächsten Bild (Fig. 62) in Gegenüberstellung die errechnete Temperaturkurve einer Großgasmaschine und einer Ölmaschine, die in Wirklichkeit ja etwas anders liegen, aber zur Vorstellung der in Frage stehenden Temperaturen doch genügen wird. Es ist ganz selbstverständlich, daß die Erreichung derartiger Abmessungen erst nach Überwindung recht großer Schwierigkeiten möglich war. Es gehörten große Ausdauer und viel Mut dazu, diese Schwierigkeiten zu bekämpfen und zu überwinden, die oft genug weniger energischen Männern das Vertrauen auf den endlichen Erfolg geraubt haben. Ungeheure Kapitalien sind ausgegeben worden und viel Zeit war nötig, bis über die Summe von Erfahrungen verfügt werden konnte, die zum Bau solcher Maschinen unerläßlich ist. Wenn es gelungen ist, die heutige durchaus betriebssichere Großgasmaschine zu entwickeln, so kann dieser Erfolg



Jndikatordiagramm
einer Zweitakt-Ölmaschine
Jndikatordiagramm
einer Viertakt-Gasmaschine
0 kg/qcm
Temperaturdiagramm
$\frac{p \cdot v}{T}$ = konst.
Expansion
Verbrennung
Auspuff
Kompression
Zündung
Ansaugen
0° Cels.
7455

Fig. 62.

Fig. 68.

auch dafür bürgen, daß selbst die so sehr gefürchteten Beanspruchungen der Großölmaschine durch riesige Temperaturen und Wärmemengen für die moderne Technik keineswegs mehr unüberwindlich sind, und daß man wohl anzunehmen berechtigt ist, auch die Großölmaschine könne in denjenigen Abmessungen, wie sie zum Beispiel für den Kriegsschiffbetrieb in Betracht kommen würden, nur noch als eine Frage der Zeit angesehen werden. Allerdings dürfen wir alle uns nicht verhehlen, daß auch hier große Opfer an Arbeitskraft und Kapital sich nötig erweisen werden, bevor dieses Ziel erreicht sein wird. Offenbar beginnt aber das Vertrauen in die weitere Entwicklungsmöglichkeit der Ölmaschine auch bereits außerhalb der geschäftlich an der Entwicklung interessierten Verbrennungsmotoren bauenden Firmen festen Fuß zu fassen: darauf deuten wenigstens die ziemlich zuversichtlich gehaltenen Ausführungen eines Artikels hin, der im letztjährigen Nautikus sich über Gegenwart und Zukunft des Ölmaschinenbaues eingehend ausspricht.

Wenn ich mich nun zu den einzelnen Konstruktionen der Junkersmaschine wenden darf, so möchte ich zunächst hervorheben, daß sie zweifellos eine Reihe beachtenswerter Vorteile, insbesondere durch einfache Gestaltung des Verbrennungsraumes, gebracht hat, die, wenn auch mit gewissen Einschränkungen, von allen erfahrenen Verbrennungsmaschinenkonstrukteuren anerkannt werden müssen. Es fallen die Deckel weg, der Zylinder ist einfach, Konstruktionen, die sich bei Ölmaschinen anderen Systems schon viel komplizierter gestalten, und die auch im Großgasmaschinenbau erst nach langem Suchen durch richtige Formgebung die genügende Betriebssicherheit erlangt haben. Die Kurbelwelle der Junkersmaschine ist verhältnismäßig günstig beansprucht, die Stopfbüchsen fallen fort, und sie erfordert nicht so viele Ventile wie die Maschinen anderer Systeme. Der Konstrukteur hat auch auf eine der verschiedenen Möglichkeiten hingewiesen, die eine Überlastbarkeit zulassen. Überlasten ist ja immer möglich, wenn ein größeres Luftgewicht in die Arbeitszylinder gebracht werden kann, wie andere Firmen es durch Nachfüllen bei Spülventilanordnung — ich komme hierauf noch zurück — oder durch Nachfüllen vermittels der Anfahrventile ausführen oder ausführen können.

Diesen nicht zu verkennenden Vorteilen, auf die ich noch zu sprechen komme, stehen aber auch entschiedene Nachteile gegenüber.

Die Höhenabmessungen der Tandemdoppelkolbenmaschine, bei der die Vorzüge der Konstruktion erst wirklich zur Geltung kommen, werden doch schon recht erheblich, und ob sich der Schiffsmaschinenbau, vor allem der Kriegsschiffsmaschinenbau, auf liegende Maschinen wieder einläßt, scheint mir noch nicht sicher. Die liegende Junkersmaschine wird ganz besondere Vorsicht erfordern, damit die Kolben, die sich ja selbst führen, nicht fressen. Wenigstens erinnere ich mich, daß die Kolben der Oechelhäusermaschine, die ja dieselbe Triebwerkanordnung aufweist, sehr dazu neigten. Diese Erscheinung ist beim Schiffsbetriebe in erhöhtem Maße zu erwarten, weil die Beanspruchungen des Schiffskörpers beim Arbeiten im Seegang kein absolut starres Fundament ermöglichen und somit in die Maschine gewisse Federungen hineinkommen, die bei einer langen liegenden Bauart schon sehr zur Geltung kommen und bereits erhebliche Schwierigkeiten verursachen können.

Weiterhin bringt das zweifellos sehr verwickelte Gestänge mit den zahlreichen Pleuel- und Kurbellagern nicht zu unterschätzende Havarienmöglichkeiten. Die folgende Fig. 63 zeigt zuerst das einfache Triebwerk einer großen Schiffskolbendampfmaschine, das sich bis heute seiner Einfachheit wegen allgemein erhalten hat. Für die Großölmaschine anderer Systeme kann es ohne weiteres übernommen werden. Wenn Sie dagegen das Getriebe der Junkersmaschine im Bild (Fig. 64) nochmals betrachten, so möchte ich es als zweifelhaft hinstellen, ob es vorteilhafter ist, für die Spülventile, die bei der Junkersmaschine wegfallen, und die, wie ich gleich noch auseinandersetzen will, so wertvolle Eigenschaften besitzen, daß Sulzer neuerdings sogar Spülschlitze mit dahinterliegenden Spülventilen anordnet,

eine Verdreifachung der Pleuel- und Kurbellager in Kauf zu nehmen. Alle diese Lager und Triebwerksteile müssen außerdem für die Überlastungsperiode sehr groß dimensioniert werden, sonst bringt diese für die gerade dann besonders notwendige Betriebssicherheit von vornherein Gefahren. Bei dem normalen Kurbelgestänge kann bei Lagerhavarien, wie Heißlaufen zum Beispiel, der Betrieb nötigenfalls unter sachgemäßer Wartung aufrecht erhalten werden. Ich kann mir aber kaum denken, daß das Gestänge der Junkersmaschine oder die Kolbenführung bei ähnlichen Lagerhavarien trotz der Gelenke in den Querhäuptern standhalten wird.

Es ist gewissermaßen, wie ein an maßgebender Stelle stehender Herr mir gegenüber sich einmal in etwas drastischer Weise ausdrückte, ein Kommodenschubkasten, der sofort eckt, sobald einmal die schiebende Kraft nicht genau zentral angreift. Hierzu kommt noch, daß das Triebwerk eine außerordentlich genaue Montage der Lager erfordert. Die Lager müssen sehr scharf eingepaßt sein, weil sonst sofort stoßweiser und klappernder Gang eintritt, wie man dies bei ausgeführten Oechelhäusermaschinen beobachtet hat. Sucht man dies aber zu vermeiden, das heißt werden die Lager ohne Spiel montiert, so ist natürlich die Gefahr des Warmlaufens in erhöhtem Maße gegeben, wenn nicht alle beweglichen Triebwerksteile gelenkig gemacht werden; geschieht dies aber, so wächst die Zahl der Zapfen ins Ungemessene.

Wenn sonach die Nachteile recht schwerwiegende Bedeutung haben, so kommt noch hinzu, daß auch einem Teil der Vorzüge nicht diejenige Wichtigkeit zugemessen werden kann, die Herr Professor Junkers ihnen beigelegt hat.

Ich wies schon darauf hin, daß die Überlastbarkeit in der Ausführungsform, wie sie von Herrn Professor Junkers beabsichtigt ist, nicht unerhebliche Bedenken hat. Die große Überlastung wird durch eine Steigerung der Pressung im Innern der Arbeitszylinder herbeigeführt; infolgedessen müssen auch — wie ich schon sagte — alle kraftübertragenden Gestänge für diese hohen Pressungen bemessen sein, also größer und schwerer dimensioniert werden. Bei den Ölmaschinen normalen Typs bleibt dagegen auch in der Periode der normalen Überlastung der Arbeitsdruck im Zylinder annähernd der gleiche, so daß also eine Vergrößerung der Gestängeabmessungen nicht erforderlich ist; allerdings gestatten die normalen Ölmaschinen ja auch nicht eine derartig weitgehende Forcierung, wie sie bei dem von Herrn Professor Junkers angegebenen Verfahren möglich ist, wenn man nicht ein besonderes Überlastungsverfahren anwenden will, was aber — und dies kann nicht genug unterstrichen werden — bei jeder Ölmaschine möglich ist.

Auch die Stopfbüchsenlosigkeit darf nicht so sehr als Vorteil erwähnt werden, daß für Außenstehende der Eindruck hervorgerufen wird, die Stopfbüchsen bei anderen Maschinen seien ein für allemal ein Übel. Das konnte man vor 10 Jahren sagen. Stopfbüchsen sind bei richtiger Ausführung kleine Kolbendichtungen, die Kolben sind bei der Junkersmaschine große Stopfbüchsendichtungen, die nach außen leicht undicht werden können und blasen. Auch hier ziehe ich wieder ein Beispiel aus dem Großgasmaschinenbau heran. Es ist wohl den meisten Herren bekannt, daß unsere Großgasmaschinen als doppeltwirkende Tandemmaschinen ausgeführt werden, derart, daß jeder Zylinder zwei Stopfbüchsen besitzt. Das nächste Bild (Fig. 65) zeigt Ihnen eine Zentrale, die wir zurzeit für die Adolf-Emil-Hütte in Esch a. d. Alzette für den Gelsenkirchener Bergwerksverein ausführen; in der Halle sind 16 große Maschinen dieses Typs, also mit 64 Stopfbüchsen, vorhanden. Wären diese so undicht und unzuverlässig, wie Herr Professor Junkers anzunehmen scheint, so würden sich bei einer derartigen Häufung großer Stopfbüchsen — wir führen diese bis zu 340 mm Stangendurchmesser aus — allerlei Anstände ergeben. Weder bei den in dieser Zentrale schon laufenden Maschinen noch bei den anderen, die wir bereits geliefert haben, sind in dieser Hinsicht irgendwelche berechtigten Klagen geführt worden.

0 000 PS.

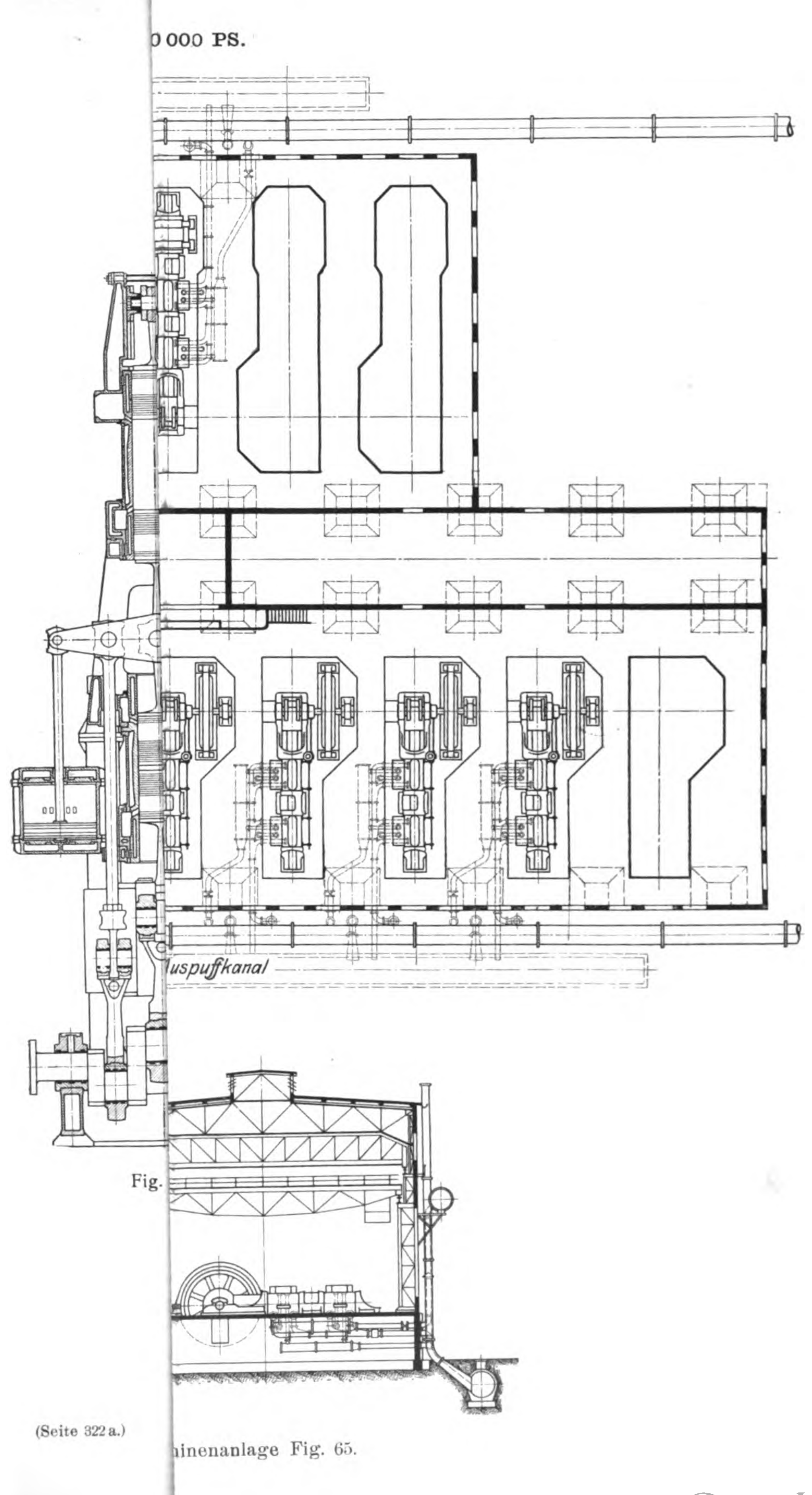


Fig.

(Seite 322 a.)

ninenanlage Fig. 65.

Wenn man bedenkt, daß die Gasmaschinen unreines Gas haben, so ist es ungleich schwieriger, solche Stopfbüchsen herzustellen, wie bei Ölmaschinen, die reine Luftladung bekommen. Selbst bei Gasmaschinen, die mit so stark staubhaltigem, schlecht gereinigtem Gas arbeiten, daß die Stopfbüchsen alle vier Wochen gereinigt werden müssen, gibt es nicht einmal Klagen. Für Ölmaschinen bestehen nach unseren Erfahrungen erst recht keinerlei Bedenken. Wir haben sie bei unserer 1000 pferdigen Dreizylinderölmaschine, die doppeltwirkend ist und mit 120 Touren läuft, mit bestem Erfolge bereits angewendet; die Firma Blohm & Voß, die mit uns auf diesem Gebiete zusammenarbeitet und die eine Schwestermaschine zu der genannten mit drei ganz verschiedenen Stopfbüchsen gebaut und ausprobiert hat, schrieb uns hierüber, daß bei einem 120 stündigen ununterbrochenen Vollastbetrieb, der sich an viele Vorversuche anschloß, alle drei Stopfbüchsen sich bis zuletzt als absolut dicht erwiesen hätten. Es ist also ersichtlich, daß nicht einmal eine ganz bestimmte Stopfbüchsenausführung erforderlich ist, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen. Allerdings muß die Werkstättenarbeit gut sein.

Ich möchte Ihnen hier zwei Stopfbüchsenkonstruktionen vorführen. In diesem Bilde (Fig. 66) sehen Sie die Stopfbüchse einer Großgasmaschine, die aus dreiteiligen Ringen zusammengebaut ist. Fig. 67 zeigt Ihnen die Bauart einer Stopfbüchse, wie wir sie für die eben erwähnte doppeltwirkende Schiffsölmaschine verwenden. Sie lehnt sich in der Ausführung eng an die eben gezeigte an. Außerdem ist es immer noch leicht ausführbar, hinter dem letzten Stopfbüchsenring eine kleine Leitung anzuschließen, die ein Absaugen der etwa durchtretenden Gase ermöglicht. Ähnliches ist bei der Junkersmaschine nicht durchführbar. Es ist mit Sicherheit zu erwarten, daß selbst bei anfänglichem Dichthalten der vielen Kolbenringe, besonders bei einer liegenden Maschine, durch den dauernden Betrieb ein gewisser Verschleiß in den unteren Teilen von Zylinderwandung und Kolbenringen auftreten muß, der den Gasen den Austritt in den Maschinenraum gestattet, ein Übelstand, der mit einfachen Bordmitteln nicht zu beheben sein wird.

Wenn ich hier einen Moment abschweifen darf, so möchte ich noch sagen, daß es auch nicht recht verständlich ist, wenn einzelne ausländische Firmen, wie Carels Frères, Schneider, Creuzôt und vor allem Sulzer, der Stopfbüchse eine so starke Abneigung entgegenbringen. Allerdings haben alle diese Firmen nur geringe oder gar keine Erfahrungen im Bau von doppeltwirkenden Großgasmaschinen. Meine Firma hat früher anfangs auch nur einfachwirkende Gasmaschinen mit sehr großen Abmessungen gebaut, jedoch war dies nur die Vorstufe zum Bau doppeltwirkender Maschinen. Fig. 68 zeigt Ihnen eine einfachwirkende Hochofengasmaschine, die bei einem Zylinderdurchmesser von 1320 mm und 1400 mm Hub bei 90 Umdrehungen 800 PS leistet. Sie ist von liegender Bauart, nur zeige ich sie aufrecht, um die Ähnlichkeit mit der stehenden Schiffsölmaschine und an der in richtigem Maßstab eingetragenen menschlichen Figur gleichzeitig die Größe der Ausführung ermessen zu können. Wir haben uns allerdings dann seinerzeit nicht gescheut, einen Schritt weiter, zur Doppelwirkung überzugehen, bei welcher das Triebwerk erst voll ausgenützt wird, und Stopfbüchsen einzuführen, wodurch wir gerade große Erfolge erzielt haben.

Auch auf die Verkleinerung der Ventilzahl möchte ich in diesem Zusammenhang noch zu sprechen kommen. Die Junkersmaschine hat Brennstoffventile und Anfahrventile, wie sie bei jeder anderen Maschine auch vorgesehen werden; nur die Spülventile fehlen. Zur Betätigung erstgenannter Ventile ist aber schon der ganze Steuerungsantrieb notwendig, und es bedeutet daher keine große Komplikation mehr, wenn von den vorhandenen Steuerwellen auch noch Spülventile angetrieben werden. Die Anordnung besonderer Spülventile, die bei Ölmaschinen anderer Systeme vorhanden sind — ich darf wohl behaupten, daß Großölmaschinen meistens nach dem Zweitaktverfahren gebaut werden — hat den sehr schätzenswerten Vorteil, daß man Spülluft nachfüllen kann, das heißt, das

Ventil wird erst geschlossen einige Zeit nachdem die Auspuffschlitze vom Kolben auf dem Rückwege wieder überfahren sind.

Bei Maschinen des Systems Junkers gehen einmal die Höhen der Spül- und Auspuffschlitze von der Länge des Gesamthubes im Arbeitsprozeß verloren, während bei Zylindern mit Ventilspülung nur die Höhe der Auspuffschlitze als Verlust zu rechnen ist. Dieser Verlust kann aber dadurch noch verkleinert werden, daß man mit Spülluft nachfüllt. Das Schema stellt die Kurbelkreise einer Junkers-Doppelkolben- und einer einfachwirkenden Einkolbenmaschine dar, in dem die Punkte für Öffnen und Schließen der Auspuffschlitze und der Beginn und das Ende der Spülperiode eingetragen sind. Bei der Junkersmaschine liegen die Verbindungslinien der entsprechenden Öffnungs- und Schlußpunkte einander parallel, während bei der Maschine mit Spülventilen diese erst schließen, nachdem die Auspuffschlitze vom zurückkehrenden Kolben bereits überfahren worden sind, so daß Spülluft innerhalb gewisser Grenzen noch nach Bedarf nachgefüllt werden kann.

Bei der Junkersmaschine liegt die Spülperiode nach Ausführung der Konstruktion unveränderlich fest, während bei jeder anderen ein eventuell nötiges Einregulieren durch Versetzung der die Spülventile betätigenden Nocken ohne weiteres ausführbar ist. So erklärt es sich auch, daß von den Zweitaktgroßgasmaschinen die Körtingmaschine, die mit Ventilspülung arbeitet, und die Oechelhäusermaschine, die Schlitzspülung besitzt, trotz der Vorzüge, die dieses System für sich in Anspruch nimmt, in bezug auf die Güte der Spülung keinen Unterschied ergeben haben, denn es sind bei beiden Maschinen gleich große mittlere indizierte Drücke erreicht worden. Ja, der Körtingtyp hat unter den Zweitaktgroßgasmaschinen die erste Stelle eingenommen, während Oechelhäusermaschinen trotz des Fehlens der Spülventile kaum mehr gebaut werden.

Wenn ich mich nun von der Junkersmaschine abwende, so möchte ich Sie doch noch um einige Minuten Gehör bitten, um kurz auf die für die nächste Zukunft bevorstehende Verwendungsmöglichkeit und Verwendungswahrscheinlichkeit der Großölmaschine einzugehen.

Insbesondere die Kriegsschiffe leiden jetzt in gewisser Beziehung darunter, daß ihre Antriebsmaschinen zwar bei maximaler Belastung auch in wirtschaftlicher Beziehung gute Ergebnisse liefern, während gerade für den bei Kriegsschiffen außerordentlich häufigen Marschbetrieb die Ökonomie erheblich beeinträchtigt wird; es lassen sich geeignete Abhilfevorrichtungen hier auch kaum durch Einschaltung irgendwelcher Zwischengetriebe oder dergleichen mehr treffen. Vielleicht ist nun die Großölmaschine berufen, an dieser Stelle einzusetzen, indem sie den Schiffsantrieb für die Marschfahrt übernimmt. Zum Vergleich möchte ich hier folgende Zahlen heranziehen: Rechnet man z. B. für die Kaiserliche Werft Wilhelmshaven den Preis einer Tonne westfälischer Kohle frei Werft auf 17,20 ℳ — für Kiel ist er noch erheblich höher —, den des Steinkohlenteeröls von 8500 WE/kg für Kesselheizungszwecke zu 41,40 ℳ und den des für den Ölmotorenbetrieb zweckmäßigsten Gasöles von 10 000 WE/kg zu etwa 52 ℳ unverzollt; rechnet man ferner den Kohlenverbrauch für Turbinenanlagen bei Marschbetrieb auf 1,56 kg pro Wellenpferd und Stunde, den Heizölverbrauch bei Teerölkesselheizung analog auf 1,3 kg, den Treibölverbrauch bei Ölmaschinen auf 0,300 kg pro Wellenpferd und Stunde, Zahlen, die nach den von mir angestellten Erhebungen der Wirklichkeit sehr nahe kommen werden, so ergeben sich für die Marschfahrt die Kosten der Betriebsstunde eines Wellenpferdes bei Turbinenanlagen und Kohlenheizung zu 3,1 ₰, bei Turbinenanlagen und Ölkesselheizung zu etwa 5,4 ₰; dagegen bei Ölmaschinenbetrieb auf 1,66 ₰. Um die Zahlen miteinander vergleichen zu können, sind sie in der folgenden Tabelle einander gegenübergestellt:

Brennstoffkosten für Marschfahrt.

Antriebsmaschine	Brennstoff	Preis pro 100 kg für Wilhelmshaven	Brennstoffverbrauch pro Stunde für Marschfahrt	Preis pro Wellenpferd-Stunde für Marschfahrt
Turbine mit Kohlekessel	Kohle	17,20 M.	1,56 kg	2,7 Pf.
Turbine mit Ölkessel . .	Steinkohlen-Teeröl	41,40 M.	1,3 kg	5,4 Pf.
Ölmaschine	Gasöl	etwa 52 M. (unverzollt)	0,300 kg	1,66 Pf.

Sie sehen also, wie wertvoll gerade für den Marschbetrieb auf Kriegsschiffen die Ölmaschine werden kann. Hierzu kommt noch, daß Ölmaschinen jedenfalls nicht schwerer ausfallen werden als dampfbetriebene Turbinenanlagen, daß man im Gegenteil hoffen darf, ihnen gegenüber das Gewicht herabzumindern.

Von verschiedener Seite wurde auch die Wirtschaftlichkeit des Ölmaschinenbetriebes bei Anwendung auf Handelsschiffen nachgeprüft und dabei festgestellt, daß auch da eine 8 bis 10 %ige Verbesserung der Rentabilität zu erwarten ist, abgesehen von den außerordentlichen Vorteilen der Ölmaschinen. Aus all diesem geht hervor, daß durch die Einführung des Ölmaschinenbetriebes in den Schiffbau große Vermögen gespart werden können, und diese Hoffnung ist es, die — in unser aller Interesse — uns zur Lösung der neuen Frage zusammenführt.

Herr Oberingenieur Holthusen-Hamburg:

Königliche Hoheit, meine Herren! Den Schiffsmaschinenbau — um mich kurz zu fassen — interessiert die Dieselschiffsmaschine ja sehr, und selbstverständlich ist die Ökonomie die Hauptsache, so daß sie dem Kohlenantrieb, dem Dampfantrieb das Gleichgewicht halten, wenn nicht sogar einen Vorteil bieten kann. Aber ein Punkt ist bis jetzt hier noch nicht erwähnt worden: das ist die Umsteuerbarkeit, und gerade diese Umsteuerbarkeit ist doch ein Punkt, der den Praktiker und auch den Kapitän vor allen Dingen interessiert, und ich möchte sagen, daß diejenige Konstruktion der Dieselschiffsmaschine, selbstverständlich bei gleichem Wirkungsgrade, von vornherein den Vorteil verdient, die ein absolut sicheres, ich möchte sagen, zweifellos sicheres Umsteuern gestattet. Wie Sie wohl alle wissen, steuern fast alle Dieselschiffsmaschinen so um, daß in die Arbeitszylinder selbst in dem gegebenen Moment, wo von vorwärts nach rückwärts gesteuert werden soll, Preßluft von gewisser Spannung hineingelassen wird, die durch die Steuerorgane betätigt und reguliert wird. Das bedeutet natürlich eine kolossale Abkühlung der Zylinderwände, die während des Arbeitens mit Öl sehr erhitzt werden. Die Verbrennungstemperatur dieses Öles resp. des Ölgemisches mit Luft beträgt etwa 1200°, und die Temperatur der Einlaßluft ist gleich der Außentemperatur, wollen wir sagen: 30°. Das ist natürlich ein großer Unterschied, und ich möchte fast glauben, daß diese Temperaturunterschiede dem Zylinder gefährlich werden können. Und alles, was eine Schiffsmaschine in der Konstruktion irgendwie gefährden kann, sollte man vermeiden. Mir ist bis jetzt nur eine Konstruktion bekannt, welche diesem Übelstande entgegenwirkt, und das ist die Konstruktion des Patents Hasselmann. Diese legt nicht die Umsteuerung in die Arbeitszylinder direkt hinein, sondern benutzt die Kompressoren, die nun doch einmal für den Betrieb der Dieselmaschinen nötig sind, um Preßluft zu erzeugen, zum Umsteuern, indem mit einem Hebeldruck am Umsteuerungshebel die



Ventile, die sonst das Saugwerk bedienen, umgeschaltet werden, so daß die zwei Spülpumpenzylinder, deren Kurbeln unter 90° versetzt sind, nach Art einer Zwillingsmaschine das Umdrehen nach vorwärts oder rückwärts ganz positiv sicher erfolgen lassen, solange man natürlich für eine entsprechende Luftmenge in Reservoiren oder sonst durch einen extra aufgestellten Kompressor Sorge trägt. Das ist natürlich Konstruktionssache und das kann man leicht erreichen. Auf andere Vorteile dieses Patentes Hasselmann hinzuweisen, verbietet mir die vorgerückte Zeit.

Ich darf erwähnen, daß die Firma Benz & Co. die Ausführung dieses Patents Hasselmann für Deutschland übernommen hat und bereits einen Schlepper in der Ostsee zu laufen hat, bei dem sich alle Erwartungen vollständig erfüllt haben. Ich glaube, es sind sehr angesehene Herren an Bord gewesen, die sich schon von der Güte dieser Einrichtung überzeugt haben, und ich möchte alle Anwesenden darauf aufmerksam gemacht haben.

Herr Direktor T o u s s a i n t - Kassel:

Königliche Hoheit, meine Herren! Wenn wir den Ölverbrauch bei den bewährten Viertaktdieselmotoren betrachten, in allen Größen, von den üblichen kleinsten Zylinderdimensionen bis zu den größten, also sagen wir von zum Beispiel 200 Durchmesser bis 600, dann werden wir einen Ölverbrauch pro effektive PS finden, der bei den kleinsten etwa 220—230 g beträgt und bei den größeren 175—180.

Sehen wir uns diese Zahlen auch bei den einzelnen Zylindergrößen an, so finden wir, daß der Ölverbrauch mit wachsendem Zylinder immer günstiger wird und bei etwa 380 mm Zylinderdurchmesser, normale Kolbengeschwindigkeit von etwa 3,3 m vorausgesetzt, den günstigsten Ölverbrauch erreicht hat. Über diesem Durchmesser bleibt derselbe auf etwa 175—180 g stehen. Bei 400 und 500 mm und darüber finden wir die Kolbenkühlung.

Was sagen uns nun diese Zahlen? Abgesehen von dem ungünstigeren mechanischen Wirkungsgrad bei kleineren Einheiten übt der thermische Wirkungsgrad den Haupteinfluß aus auf diese Ergebnisse. Der thermische Wirkungsgrad ist bei den kleinen Motoren infolge der zu großen Kühlflächen im Verhältnis zum Zylindervolumen ungünstiger als bei den größeren Zylindern. Wir müssen also Herrn Professor Junkers für gewisse Zylindergrößen recht geben, wenn er behauptet, daß durch Verringerung der schädlichen Flächen im Totraum eine Effektverbesserung möglich ist. Doch können wir dies nach den vorgeführten Ölverbräuchen nur anwenden für die kleineren Ziylnderdurchmesser.

Die mit diesen zu vergleichenden Zweitaktzylinderdurchmesser, die unter denselben Bedingungen dem angegebenen Viertaktzylinderdurchmesser entsprechen, liegen etwas tiefer, wegen der geringeren Abkühlung, die die Zweitaktzylinder überhaupt erfahren. Letztere werden also schon bei 250—300 mm Zylinderdurchmesser, normale Kolbengeschwindigkeit vorausgesetzt, den günstigsten Ölverbrauch erreicht haben.

Von diesen Größen ab wirkt die sogenannte schädliche Fläche im Totraum nicht mehr schädlich, bei größeren Durchmessern sogar genügt deren Kühlwirkung gar nicht mehr. Sie muß verstärkt werden, indem man Wasserkühlung bei den Kolben einführt, trotz der höchst unangenehmen Komplikationen, die dadurch die Maschine erfährt. Man ist in letzter Zeit sogar gezwungen worden, die Kolbenkühlung bei noch kleineren Zylinderdurchmessern einzuführen, als man es früher gewohnt war.

Man hätte sehr gern die Verbesserung des Effektes durch Zusammenhalten der Wärme mitgenommen und auf die komplizierte Kolbenkühlung verzichtet, wenn das sichere Arbeiten der Maschine dadurch nicht gefährdet worden wäre.

Im Schiffsdieselmotorenbau haben wir es bei den Zweitaktmotoren öfter erlebt, daß man nachträglich noch die Kolbenkühlung einführen mußte. Nach diesen Erfahrungen bin ich der Ansicht, daß die Theorie der kleinen schädlichen Flächen für kleine Zylinder von

Bedeutung ist, nicht aber für größere, die wir speziell im Schiffsmaschinenbau brauchen. Für alle Zylinderdimensionen paßt diese Theorie auf die Dampfmaschine, aber nicht auf die Gasmaschine.

Zu bedenken ist noch hierbei, daß der Viertaktdieselmotor gegenüber dem Junkersmotor eine ungeheure Kühlfläche hat; denn sie ist schon doppelt so groß wie beim normalen Zweitaktmotor. Gegenüber dem Junkersmotor kommt noch der wassergekühlte Deckel hinzu, der bei diesem vollkommen fehlt und zweimal in Wirkung tritt, und während weiteren zwei Tothüben kühlen die gekühlten Wasserwände das Zylinderinnere.

Beim Junkersmotor, speziell den kleineren Typen, stehen diesen Kühlflächen nur zwei ungekühlte Kolben gegenüber.

Trotzdem ist der Viertaktmotor im Ölverbrauch günstiger als die normalen Zweitaktmotoren, und zwar 10 bis 15 %. Gegenüber dem Junkersmotor ist er gleich, bei den kleineren aus den angegebenen Gründen und wegen der günstigeren Spülung allerdings etwas günstiger.

Könnten wir also bei den Deckeln der kleinen Viertaktmotoren auf die Kühlung verzichten oder sie auf ein Minimum reduzieren, was allerdings wegen der eingebauten Ventile nicht gut möglich ist, so würde auch hier die Differenz noch kleiner werden.

Wir erkennen also aus diesen einfachen Überlegungen, daß die kleinen Kühlflächen speziell im Totpunkt bei einer Gasmaschine nicht von der Bedeutung ist, wie sie uns Herr Professor Junkers darstellt.

Zweifellos wird das Anspringen bei den kleinen ungekühlten Kolbenflächen günstiger, ebenso ist es mit ihnen möglich, eine geringere Umdrehungszahl zu erreichen als mit den normalen Motoren, im erhöhten Maße gegenüber den kleineren Motoren.

Sehr angenehm wird bei diesem System das Fehlen der Spül- und Auspuffventile empfunden, und das Ausspülen der Zylinder von Abgasen ist wohl das denkbar beste, womit zum größten Teil auch die günstigen Ölverbrauche zu erklären sind.

Mit welchen konstruktiven Mitteln wurden nun diese Vorteile erreicht? Die hier vorgeführten typischen Junkersdieselschiffsmaschinen haben Konstruktionen — darin muß ich meinem geehrten Vorredner, Herrn Oberingenieur Schwarz beitreten — die sehr unangenehmer Natur sind.

Die Traversen über den Kolben, die langen Zugstangen sind sehr schwierige Zugaben. Die Tandemanordnung erschwert noch mehr die Zugänglichkeit und das Ausbauen der Kolben. Maschinen von solcher Höhe werden viele Gegner finden.

Die vielen Ventile, die wir bei den heutigen Schiffsmotoren, Viertakt- wie Zweitakt, haben, sind zweifellos äußerst unangenehme Beigaben. Vier bis sechs Ventile pro Deckel verlangen eine Wartung bei den mehrzylindrischen Schiffsmaschinen, die bei den kurzen Aufenthalten, wie sie speziell noch unsere Handelsschiffe in den Häfen haben, schwer zu bewältigen ist.

Ich versuchte deshalb vor einigen Jahren, als die Junkersölmaschine noch nicht bekannt war, ebenfalls die ventillose Maschine mit der günstigen Spülung zu verwirklichen. Die Oechelhäuser-Junkersgasmaschine, die schon seit vielen Jahren bekannt ist, wie Sie auch heute gehört haben, und die in der äußeren Erscheinung der Junkersölmaschine gleich ist, schien mir jedoch nicht die geeignete Lösung für Schiffe zu sein.

Ich entschied mich deshalb dafür, zwei Zylinder nebeneinander zu legen, so wie sie bei Oechelhäuser-Junkers hintereinander liegen. Durch die Umknickung der Zylinder wird die Spülung allerdings nicht ganz so günstig wie bei Junkers.

Ebenso begehe ich nach der Theorie von Professor Junkers einen großen Fehler, indem die schädlichen Flächen im Totraum größer werden als beim normalen Zweitaktmotor. Nach dem Vorhergesagten finde ich diese Nachteile jedoch nicht von Bedeutung.



Übrigens vertreten erste Kapazitäten auf dem Gebiete der Gastechnik ebenfalls nicht den Standpunkt von Herrn Professor Junkers, wie vorhin auch angedeutet wurde; so sagt zum Beispiel Eugen Meyer in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1902, daß „die Wärmeabgabe an die Zylinder einen viel geringeren Einfluß auf den Wirkungsgrad habe, als dies nach dem hohen Prozentsatz der insgesamt an die Wandungen gehenden Wärme scheinen möchte".

Eine ähnliche Ansicht vertritt Herr Dr. A. Riedler (Großgasmaschine 1905). Ich beschränke diese Ansicht nur auf mittlere und große Zylinder und bin auch der Meinung des Herrn Professor Junkers, daß nicht allein Temperatur, sondern auch Druck und Wirbelung einen Einfluß auf den Wärmedurchgang ausüben. Wir wissen aus verschiedenen anderen Gesetzen und Fällen, zum Beispiel bei Überhitzern, daß die Geschwindigkeit des Dampfes eine ganz erhebliche Wirkung auf den Wärmedurchgang ausübt, und dieses tritt auch hier durch die Wirbelung ein.

In den schädlichen Flächen bin ich günstiger als die Viertaktmaschine, wenn ich berücksichtige, daß der Totraum bei der Viertaktmaschine doppelt so lang gekühlt wird als bei der Zweitaktmaschine. Die Spülung wird besser als bei den Zweitaktmaschinen mit Ventilen.

Da in den Zylinderdeckeln alle großen Ventile fehlen und höchstens noch ein Einspritzventil vorhanden ist, so kann ich auch die Deckelkühlung bis auf das äußerste beschränken, wodurch ein Effekt erzielt wird, der sich nicht nennenswert von der Junkersmaschine unterscheiden wird. Die Maschinenhöhe bleibt normal, die größere Länge wirkt selten störend. Ich kann noch das Anspringen verbessern durch hohen Preßdruck der Einspritzluft, wie es auch Junkers macht, ferner durch Vorwärmen der Luft usw.

Bei größeren Einheiten ist die Anordnung betreff der Kühlflächen sogar günstiger, weil ich die Kolbenkühlung erst bei größeren Zylindereinheiten einführen muß.

Da bei der von mir vorgeschlagenen Zweizylinderanordnung die Zylinderdimensionen in bewährten Grenzen bleiben, wenn das praktische Maximum des Kurbelzapfendurchmessers erreicht ist, so sehe ich auch hierin einen weiteren, nicht zu unterschätzenden Vorteil:

Die geringen Kühlflächen beim Junkersmotor sind für diesen bei größeren Zylindereinheiten sogar von Nachteil. Der Junkersmotor verlangt bei der Vergrößerung der Zylinder von allen Motoren am frühesten die Kolbenkühlung, und deshalb werden sich bei ihm auch am ehesten die Nachteile der großen Zylindervolumina zeigen.

Die Oechelhäuser-Junkersgasmaschine, die vor etwa 12 Jahren in den Kreisen der Fachleute ebenfalls großes Aufsehen erregte, krankte auch an der zu hohen Temperatur im Zylinder. Es traten Frühzündungen auf und Zylinder- und Kolbenbrüche verliefen ebenfalls nicht einwandfrei. Die Ladevorgänge, die Kompliziertheit des Gestänges wurde immer sehr unangenehm empfunden. Heute wird diese Maschine aus den angegebenen Gründen nicht mehr gebaut.

Wenn auch Vorzündungen und die Nachteile der ungünstigen Gasladung bei der Dieselmaschine nicht in Frage kommen, wenn auch die einfache Form der Zylinder in bezug auf das Reißen derselben von Vorteil ist, so sind doch die geschilderten Nachteile so wichtiger Natur, daß dieselben auf die zukünftige Entwicklung der Junkersdieselmaschine sicher von Einfluß sein werden.

Herr Direktor Saiuberlich-Osterholz:

Euere Königliche Hoheit! Meine Herren! Herr Professor Junkers hat uns heute in dankenswerter Weise die grundlegenden Ideen und Forschungsresultate einer Lebensarbeit beschert. Seine Arbeiten sind um so interessanter, als nachweislich auch andere Ingenieure selbständig auf seine Maschine gekommen sind. Niemand hat aber wohl die

Verhältnisse des Motors so scharfsinnig durchleuchtet wie Herr Professor Junkers. Ging er doch unbeirrt durch die scheinbaren Nachteile äußerlicher Komplikationen vom Sitz des Kerns aller Motorwissenschaft, dem Verbrennungsraum, aus und wies durch seine jahrelangen Versuche in seinem Privatlaboratorium praktisch die Richtigkeit seiner grundlegenden Ideen nach. Es war an sich unschwer, bei dem Suchen nach Konstruktionsformen von Dieselmotoren auch auf die von Junkers angegebene Form zu stoßen. Brauchte man doch beispielsweise nur das Dieselprinzip mit der vorhandenen Gasmaschinenform zu kombinieren, um äußerlich die Junkersmaschine zu finden. Aber nur äußerlich. Das Beispiel der Junkersmaschine zeigt in eklatanter Form, wie himmelweit entfernt die Bedeutung des einfachen konstruktiven Aufbaues einer Maschine von einer klaren wissenschaftlichen Erkenntnis derselben ist. Wir Ingenieure in der Praxis sind nur allzuleicht geneigt, eine Konstruktion wegen äußerlicher Unbequemlichkeiten zu verurteilen. Wir müssen daher Herrn Professor Junkers, der im festen Vertrauen auf seine Theorien gewaltige persönliche Opfer gebracht hat, wie wir sie kaum bei einem Hochschulprofessor erlebt haben, dankbar für seine ausdauernde Arbeit und für das Geschenk sein, das er uns heute gebracht hat. (Lebhafter Beifall.) Ich bedauere nur aus bestimmten Gründen, daß Herr Professor Junkers unter seinen Skizzen nicht auch die einfachsten Konstruktionsmöglichkeiten gebracht hat, welche sich auch ohne Kreuzköpfe und Tandemanordnung darbieten und vielleicht berufen sein werden, eine Umwälzung auf dem Gebiete des landläufigen Dieselmotorbaus hervorzurufen. Ich bemerke nebenbei, daß die Umsteuerung des Junkersmotors so einfach wird, wie überhaupt eine zweite Umsteuerung nicht denkbar ist. Es ist interessant, bei näherer Bearbeitung der Maschine zu sehen, wie gerade der scheinbar unwirtschaftlich komplizierte äußere Aufbau berufen ist, wirtschaftlich bahnbrechend zu wirken. Durch den durch die Anordnung der gegenläufigen Kolben bedingten Massenausgleich sind derartig hohe Umdrehungszahlen möglich, daß in vielen Fällen der Motor wegen seiner Leichtigkeit und Billigkeit konkurrenzlos dastehen wird. Es ist wohl aus diesem Grunde angängig, daß auch auf dem Gebiete des Kleinmotorenbaues, welchen Herr Professor Junkers meiner Erinnerung nach nicht erwähnt hat, der Junkersmotor als einziger Dieselmotor als gefährlicher Gegner auftreten wird, um endlich auch dem Kleinbetrieb zu billigen Beschaffungspreisen den wirtschaftlichen Segen des von Diesel angegebenen Verbrennungsverfahrens zu sichern. Glückauf denn zum ersten Stapellauf des ersten Schiffsjunkersmotors!

Herr Direktor Regenbogen-Kiel:

Königliche Hoheit! Meine Herren! Den Ausführungen meines Vorredners stimme ich nur zum Teil zu. Ich habe an den Beifallsbezeugungen für Herrn Professor Junkers lebhaft teilgenommen und bin sehr dankbar für die geistreichen und viel Neues bringenden Darlegungen, die er uns heute gebracht hat. Ich habe mich nicht darauf vorbereitet, auf den Vortrag eingehend zu erwidern, vielmehr habe ich mir nur im Laufe des Vortrages einige Notizen gemacht über Dinge, die von meinen Vorrednern teils nicht berührt wurden, teils meine Zustimmung nicht finden, weshalb ich Sie bitte, mir einige Augenblicke zu gestatten.

Meine Herren, man muß bei allen Dieselmaschinen, also auch bei den Junkers-Dieselmotoren unterscheiden zwischen Eigenschaften, welche dem Dieselmotor allgemein anhaften, und solchen, welche dem zur Diskussion stehenden im speziellen zu eigen sind: dann erst wird man die Vorteile und Nachteile, welche hervorgehoben werden, abschätzen beziehungsweise auf das Konto der Junkersmaschine oder auf das Konto der Dieselmaschinen im allgemeinen schreiben können. Ich bitte Sie, von diesem Gesichtspunkt aus zu verfahren, dann werden Sie sich selbst ein klares Bild machen können.



Meine Herren, wie vorhin schon gesagt worden ist: bei Abmessungen, wie sie für Schiffsmaschinen in Frage kommen — und das ist ja wohl das Thema, das heute hier zur Sprache kommen muß — wird die Kühlung der Kolben der Junkersmaschine ebenfalls nötig sein. Ist die Kühlung nötig, so haben wir als abkühlende Flächen dort zwei Kolben mit gegeneinanderliegenden Flächen vom Querschnitt des Zylinders und die Zylinderwand, gegenüber einer normalen Dieselmaschine im Zweitakt, welche an der einen Seite den abgekühlten Kolben, an der anderen den Deckel hat und die Zylinderwandung. Der Unterschied zuungunsten der Dieselmaschine wird also nur vielleicht die etwas größere Oberfläche sein, welche nötig ist zur Profilierung des Deckels, um die notwendigen Ventile durchzulassen. Ich glaube nicht, daß diese Kühlfläche so sehr viel größer bezw. daß ihr Einfluß ein so verderblicher sein dürfte, als es dargestellt wurde, oder gar, daß er den Unterschied vom Erfolg zum Nichterfolg ausmacht.

Meine Herren, was weiter die Leistungserhöhung der Dieselmaschine angeht, so ist darüber ja vorhin schon gesprochen worden, ich möchte aber nochmals anführen: die Leistungserhöhung ist auf verschiedenen Wegen, auch auf dem von Professor Junkers angeführten, bei jeder Dieselmaschine, nicht allein bei der Junkersschen, möglich, sie ist auch schon andererseits vorgeschlagen und ausgeführt worden, so bei der normalen Gasmaschine.

In der Druckschrift ist ein Vergleich zwischen Maschinengrößen nach Junkers mit Leistungserhöhung und der doppeltwirkenden Dieselmaschine nach dem Zweitaktsystem gemacht worden. Meine Herren, dieser Vergleich ist nach meiner Ansicht nicht ganz richtig, denn man darf nicht eine Maschine mit Leistungserhöhung auf der einen Seite mit einer mit normalem Druck arbeitenden Dieselmaschine auf der anderen Seite vergleichen.

Was nun die liegende Maschine angeht, die von Professor Junkers als vorteilhaft für den Schiffsbetrieb hingestellt wird, so glaube ich, daß da nicht allein maschinenbautechnische Bedenken, sondern vor allem schiffbauliche und militärische Bedenken entgegenstehen, die es wohl nicht möglich machen, das Schiff in der Querrichtung offen zu lassen ohne dichte Längsschotte, die das Schiff in verschiedene wasserdichte voneinander unabhängige Räume zerlegen, selbst wenn die Konstruktion, die von Professor Junkers vorgeschlagen wird, in der Festigkeitsrechnung keine Schwäche zeigt. Es ist aber auch vom Standpunkt des Maschinenbauingenieurs sehr viel dagegen zu sagen.

Meine Herren, die Vorteile, welche der Dieselmaschine nach dem System des Herrn Professor Junkers zukommen, sind nach meiner Meinung:

1. die nicht zu verkennende gute Spülung,
2. die verhältnismäßig etwas kleinere kühlende Fläche,
3. das Fehlen der Spülventile und
4. das Fehlen der Stopfbüchsen.

Ein Massenausgleich läßt sich bei der sechszylindrigen, doppeltwirkenden Dieselmaschine ebenfalls in einwandfreier Weise erzielen. Zum Punkte Stopfbüchsen möchte ich noch bemerken, daß es erfreulich ist, zu hören, daß die Stopfbüchsen nicht so viele Anstände machen wie viele Leute glauben. Ich selbst bin ja auch im Großgasmaschinenbau lange tätig gewesen und kann Ihnen bestätigen, was Herr Schwarz vorhin gesagt hat: es gibt heute einwandfreie Stopfbüchsenkonstruktionen, die lange, störungsfreie Betriebszeiten zulassen ohne allzugroße Wartung, so daß von der Seite aus keine Befürchtung gehegt zu werden braucht.

Meine Herren, was nun aber die Zukunft der Groß-Dieselmaschine angeht, so glaube ich, werden wir dasselbe erleben, was wir bei dem Großgasmaschinenbau erlebt haben. Zu Anfang wurde die Maschine überschätzt in der Leistungsfähigkeit, das heißt, sie wurde überlastet, man strengte sie bis aufs äußerste an, und die Fehlschläge, die Nackenschläge

kamen Tag auf Tag. Erst nachdem man eingesehen hatte, daß man die Anforderungen in bezug auf die Belastung der Maschine nicht zu hoch schrauben darf, kamen die Erfolge, und die sind, wie jeder einzelne wird zugeben müssen, im Großgasmaschinenbau voll eingetreten. Sie werden auch im Groß-Dieselmaschinenbau voll eintreten, sobald man die Wirtschaftlichkeit zwar im Auge behält, sie aber nicht allein in die erste Reihe rückt bezw. sie nicht auf den Brennstoffverbrauch allein beschränkt, sondern auch Zuverlässigkeit, Betriebsfähigkeit, Lebensdauer der Maschine usw. ins Auge faßt. Sobald man das Gewicht der Maschine soweit vergrößert, als es notwendig ist, um die Kräfte, die aufzunehmen sind, in der richtigen von den Technikern beherrschten Weise aufzunehmen, sobald man die Belastung so wählt, daß man die Wärmemengen, die abzuführen sind, ohne gefährliche Erwärmung dauernd abführen kann, wird man größere Erfolge zu verzeichnen haben. Sobald Beanspruchungen, wie sie ja zeitweise möglich sind und wie sie Herr Professor Junkers in seinem Laboratorium erreicht hat mit mittleren Drücken von 10 Atmosphären und mehr und mit Leistungserhöhung, ausgeschlossen werden, wird man eine betriebssichere, allen Ansprüchen genügende Dieselmaschine bauen können, und zwar wird man sie nach meiner Meinung bauen können sowohl nach Professor Junkers wie auch nach dem doppeltwirkenden Zweitaktsystem. Welche Maschine den Markt erobern wird, ist heute absolut unmöglich zu sagen. Wahrscheinlich werden beide Maschinengattungen ihr Feld behaupten, da beide Vorteile für sich haben, die in dem einen oder anderen Falle ausschlaggebend sind.

Herr Oberingenieur Dr.-Ing. Paul Rieppel-Hamburg:

Königliche Hoheit, meine Herren! Ich habe die Absicht mich möglichst kurz zu fassen und möchte zunächst nur auf einen Punkt hinweisen, den Herr Schwarz aus Nürnberg und eben auch Herr Direktor Regenbogen erwähnt hat, nämlich die Stopfbüchse. Herr Schwarz erwähnte den Versuch, den wir bei Blohm & Voß mit einer doppeltwirkenden Ölmaschine mitgemacht haben und wobei, wie er sagte, bei einem Dauerversuch von 120 Stunden die drei Stopfbüchsen verschiedenen Systems anstandslos gearbeitet haben. Darf ich Ihnen dazu noch eine ergänzende Bemerkung bringen. Wir haben zu Versuchszwecken in einem Zylinder auf der unteren, also der am meisten gefährdeten Seite, mit dem, wie Herr Professor Junkers annimmt, sehr ungünstigen Verbrennungsraum einen Zündungsdruck von 50 Atmosphären hergestellt durch sehr hohe Kompression und kleine zusätzliche Druckerhöhung durch die Zündung selbst. Mit diesem hohen Druck hat der untere Deckel bisher 250 Betriebsstunden mit Vollast zu verzeichnen, ohne die geringste Störung. Wir lassen es ja jetzt des grausamen Spiels genug sein, da es für die Weiterentwicklung unserer Maschine nur ein nebensächlicher Versuch sein soll; aber es mag Ihnen einen Beweis liefern, meine Herren, daß die Stopfbüchsen genügend betriebssicher sind, und daß auch die am meisten gefährdeten unteren Zylinderdeckel jetzt so ausgebildet werden können, daß wir die berechtigte Hoffnung haben dürfen, die wesentlichen Schwierigkeiten bald hinter uns zu haben.

Es ist zu vielen Herren hier bekannt, als daß ich es nicht auch öffentlich sagen dürfte: unsere ersten Zylinderdeckel sind nach verhältnismäßig kurzer Betriebszeit, ungefähr 200 Stunden, gerissen und mußten ausgewechselt werden. Wir scheinen aber, wie ich Ihnen eben ausführte, auf dem Wege zu sein, alle diese Schwierigkeiten zu überwinden.

Auf die übrigen Punkte, die ich in der Diskussion gerne behandelt hätte, bedaure ich aus Mangel an Zeit nicht im einzelnen mehr eingehen zu können; aber gestatten Sie mir, Ihnen kurz das Gerippe und das Resultat meiner Überlegungen vorzutragen.

Was wollen wir? Wir wollen eine brauchbare Schiffsölmaschine, die bis zu den größten Typen entwicklungsfähig ist. Für die Entwicklungsfähigkeit kommt zunächst nur der doppeltwirkende Zweitakt in Frage, denn einfach wirkende Maschinen sind für dieses Ziel nur ein Übergangsstadium, ein Endziel können sie nicht sein, und Herr Professor Junkers



hat ebenso wie wir, die Maschinenfabrik Augsburg und Nürnberg und Blohm & Voß, das Problem gleich an der schwierigsten Stelle der Doppelwirkung angepackt. Einfach wirkende Maschinen werden für kleine Einheiten unter 1000 oder 1200 PS zweifellos immer ihren Platz behalten; für große Leistungen glaube ich nicht, daß sie sich behaupten können. Es sollen demnach im folgenden nur die doppeltwirkenden Maschinen beider Systeme, also die Junkers'sche Vierkolbenmaschine mit unserer der Dampfmaschine nachgebildeten Zweideckelmaschine verglichen werden.

Die Schiffsölmaschine muß in erster Linie betriebssicher sein, erst in zweiter Linie kommt die Frage der Ökonomie. Wenn wir nun die beiden Maschinen auf die Frage der Betriebssicherheit untersuchen, so haben wir bei beiden zunächst die Gefahren der Wärmespannung und die Schwierigkeiten der Wärmeabführung. Sie liegen bei uns von Anfang an erheblich ungünstiger als bei Herrn Professor Junkers. Wir haben einen sehr einfachen Zylinder und zwei komplizierte Deckel. Daß die Schwierigkeiten der Deckel überwunden werden können, ist mir sicher. Herr Junkers wird wahrscheinlich in viel kürzerer Zeit als wir die Schwierigkeiten seiner Zylinder, deren Ausbildung ja erheblich komplizierter ist als die der unsrigen, auch überwinden; dann fallen die aus der Wärmeabführung resultierenden Gefahrquellen bei beiden Maschinen fort und es können nach Eliminierung dieses Punktes die Maschinen rein vom betriebstechnischen Standpunkt aus verglichen werden. Halten Sie es nun für wahrscheinlich, daß eine Maschine, die statt eines Kolbens deren vier, statt einer Schubstange mit Gleitbahn und Kurbel deren je drei hat, auf die Dauer wirklich betriebssicherer ist als eine normale doppeltwirkende Ölmaschine? Ich halte es zunächst für nicht ganz wahrscheinlich.

Dann die Frage der Ökonomie. Es ist doch wohl ein Charakteristikum des Schiffsmaschinenbaues, daß die Frage der für stationäre Maschinen so wichtigen Wirtschaftlichkeit hier eine gewisse sekundäre Rolle spielt, und man wird niemals zugunsten einer besseren Ökonomie, solange wenigstens die Differenz sich in so verhältnismäßig kleinen Grenzen bewegt, wie bei diesen beiden Maschinen, eine Komplikation mit in den Kauf nehmen wollen. Ich glaube, die Entwicklung der Schiffsmaschine bietet dafür genügend Beispiele. Nun hat Herr Professor Junkers einen Brennstoffverbrauch, der etwa 10 % besser ist als bei unseren normalen Maschinen, also eine bessere Ökonomie des Brennstoffes, betone ich; es fragt sich aber: ist das für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit tatsächlich ausschlaggebend? Glauben Sie nicht, daß eine Maschine mit dem dreifachen Gestänge und mit einer erheblich größeren Anzahl sonst bewegter Teile zunächst teurer zu bauen ist, und daß größere Abschreibungen auf die Maschine vorgenommen werden müssen? Und dann möchte ich eins erwähnen: die Frage der Schmierung. Nehmen Sie an, daß Herr Professor Junkers pro PS-Stunde 2 g Schmieröl mehr verbraucht als wir, so ist damit die ganze Wirtschaftlichkeit des Brennstoffverbrauchs illusorisch, denn das Schmieröl kostet ungefähr 10 mal soviel wie der Brennstoff. Es ist aber jedenfalls anzunehmen, daß die 3 Kurbellager, Wellenlager und Gleitbahn mit vier Kolben, wenn vielleicht auch nicht um 2 g pro PS-Stunde, aber doch jedenfalls ganz erheblich mehr Schmieröl verbrauchen werden als die normale Maschine.

Wenn ich das alles zusammenfasse und mir gleichzeitig überlege, daß auf der einen Seite die Großindustrie, gestützt auf die langjährigen Erfahrungen des Großgasmaschinenbaus, den Bau von doppeltwirkenden Ölmaschinen unternommen hat, daß auf der anderen Seite Herr Professor Junkers nur auf Grund weniger und, wie ich mit Bedauern konstatieren muß, von der Praxis abgelehnter Ausführungen von Gasmaschinen und auf Grund zweier verhältnismäßig kleiner Versuchsmaschinen den Bau aufnimmt, so glaube ich doch, daß hier zwei Parteien in ein Rennen gehen, in dem die Chancen für beide zunächst nicht ganz gleich sein dürften.

Wie dem aber auch sei — das Feld dieser Betätigung ist derartig groß, daß wir alle recht gut nebeneinander existieren können, und gerade einem Mann, wie Herrn Junkers, der wissenschaftlich so hochstehend ist und so Bedeutendes für die Verbrennungskraftmaschine geleistet hat, wünscht wohl auch jeder Konkurrent aus ehrlichem Herzen einen vollen Erfolg, der neben dem der normalen doppeltwirkenden Maschine recht gut wird bestehen können.

Herr Direktor Noe - Aschersleben:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Die Worte des letzten Vorredners geben mir Veranlassung, trotz der vorgerückten Stunde das Wort zu ergreifen. Der Herr Vorredner wies mit Recht darauf hin, daß der Hauptgesichtspunkt, von dem bei dem Bau einer Schiffsdieselmaschine ausgegangen werden muß, die absolute Betriebssicherheit ist. Er hat nun die Betriebssicherheit der Oechelhäusermaschine gegenüber der doppeltwirkenden Viertaktmaschine bezweifelt. Nach meiner Überzeugung ist die Betriebssicherheit der Oechelhäusermaschine eine mindestens ebenso hohe, wie die der doppeltwirkenden Nürnberger Maschine. Ich darf vielleicht darauf aufmerksam machen, daß die Firma, der ich vorstehe, die meisten Oechelhäuserschen Gasmaschinen in Deutschland gebaut hat. Im Laufe des letzten Jahres habe ich verschiedene Werke besucht, auf denen unsere Oechelhäusermaschinen aufgestellt sind, und übereinstimmend sagten mir die Betriebsdirektoren, denen unsere Maschinen unterstellt sind, daß sie zu Klagen wegen der Betriebssicherheit unserer Maschinen durchaus keine Veranlassung hätten. Der Betriebsleiter der Differdinger Hütte, der seit 10 Jahren in angestrengtem Tag- und Nachtbetrieb (es handelt sich um ein Walzwerk) eine unserer Oechelhäusermaschinen zu laufen hat, sagte mir: „Es ist schade, daß die Oechelhäusermaschine nicht vor 12 Jahren in geschicktere Konstruktionshände gekommen ist; an sich ist sie eine wunderbare Maschine und es ist ein Vergnügen, zu sehen, wie rasch man die Kolben ausbauen kann, man braucht zu dieser Arbeit nicht viel mehr Stunden, als bei der doppeltwirkenden Tandemmaschine ungefähr Tage."

Eine ganz ähnliche Äußerung tat mir gegenüber der Betriebsleiter der Fabrique Nationale d'Armes de Guerre in Herstal.

Was nun für diese liegende Oechelhäusermaschine gilt, wird nicht ohne weiteres für die in Tandemanordnung gebaute stehende Schiffsmaschine der Fall sein. Ich habe lebhafte Bedenken, wenn ich den turmartigen Aufbau einer Maschine sehe, wie sie Herr Professor Junkers im Bilde gezeigt hat. Die Zukunft wird über diese Frage entscheiden.

Ich darf vielleicht noch kurz auf eine Sache zurückkommen, welche mehrere Vorredner erwähnt haben. Herr Ingenieur Schwarz wies darauf hin, daß Sulzer die doppeltwirkende Dieselmaschine bisher nicht ausgeführt habe aus Furcht, wie er glaubt, vor der Stopfbüchse. Ich bin nicht der Meinung, daß es die Stopfbüchse an sich ist, vor der man sich scheut, sondern daß man Furcht vor den Deckeln hat, in welche die Stopfbüchsen eingebaut sind. Daß diese Deckel außerordentlich viel Schwierigkeiten bisher gemacht haben, wissen wir; wahrscheinlich liegt hierin der Grund, daß man die doppeltwirkende Zweitaktmaschine bei Sulzer bis heute nicht forciert hat.

Meine Herren, wir haben heute zwei Vorträge über Schiffsölmaschinen gehört, es handelte sich um Kolbenmaschinen; wir werden morgen einen dritten Vortrag über eine Ölmaschine für Schiffszwecke hören, und zwar über eine rotierende Ölmaschine. Es geht hieraus wohl hervor, welche Bedeutung heute in den Kreisen des Schiffsmaschinenbaues der Schiffsölmaschine beigemessen wird. Deutschland ist ja das eigentliche Ursprungsland der Gasmaschine. Wir dürfen mit Stolz die Namen Otto, Langen, Daimler, Oechelhäuser, Diesel, dann den leider zu früh verstorbenen Hans Richter als die Schöpfer des modernen Gasmaschinenbaues bezeichnen. Wir wollen deshalb hoffen, daß die Entwicklung, welche die Gasmaschine bis heute in Deutschland genommen hat, ihr in unserem Lande auch in



Zukunft vorbehalten bleibt, damit Deutschland ferner auch an der Spitze des Gasmaschinenbaues, insbesondere des Schiffsgasmaschinenbaues stehen wird zum Wohle unserer Industrie, zum Heil unserer Marine.

Herr Professor Laas-Charlottenburg:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Bis jetzt sind in der Diskussion nur Herren des konstruktiven Maschinenbaus zur Geltung gekommen. Ich habe eigentlich gehofft, daß sich auch Herren aus der Betriebspraxis der Schiffe noch zu einzelnen Punkten, die hier zur Erörterung gekommen sind, äußern würden. Das ist leider bisher nicht geschehen, und das gibt mir Veranlassung, kurz das Wort zu ergreifen.

Vor etwa 1½ Jahren hat Herr Professor Junkers mir die Ehre angetan, mich zur Mitarbeit an der Einführung seiner Maschine nach der schiffbautechnischen Seite hin aufzufordern. Ich bin mit Zögern an diesen Auftrag herangegangen und habe mich bemüht, mich in den Gedankengang des Herrn Junkers hineinzufinden, um mir selbst klar zu machen, ob vom Standpunkt der Betriebssicherheit der Schiffahrt Bedenken gegen seine Konstruktionen zu erheben sind.

Im weiteren Verlauf der Sache habe ich dann Gelegenheit gehabt, mit sehr vielen Herren aus dem praktischen Betriebe, den Inspektoren, Oberinspektoren, Oberingenieuren der verschiedenen Reedereien des In- und Auslandes über diese Frage zu sprechen. Ich kann deshalb von meinem Urteil ganz absehen. Daß ich die Sache für gut halte, geht einfach daraus hervor, daß ich auch weiterhin gewillt bin, mit Herrn Junkers auf diesem Gebiet zusammenzuarbeiten. Auf mein Urteil kommt es aber nicht an. Das Urteil der meisten im praktischen Schiffsbetriebe stehenden Herren lautet anders als das der meisten heute hier zu Worte gekommenen Herren von der Maschinenkonstruktion. Wenn auch von einigen der Herren Redner ohne weiteres die Vorteile anerkannt worden sind, die auf der wärmetechnischen Seite liegen, so bleiben in der Hauptsache noch zwei Vorurteile, zwei Gegenmeinungen gegen die Junkersmaschine bestehen; das ist erstens das viele Gestänge, die vielen Kolben und zweitens die große Höhe. In den Kreisen des praktischen Schiffsbetriebes haben sowohl die leitenden Techniker großer Reedereien des In- und Auslandes wie leitende Techniker auswärtiger Marinen gegen die Zahl der Laufgestänge, die in den einfachsten Formen hin- und hergehen und einfache Elemente des Maschinenbaus sind, nichts einzuwenden gehabt. Bei ernster Besprechung der Angelegenheit ist dieses Bedenken, wenn es vorhanden war, fast immer geschwunden. Es bleibt also die Höhe der stehenden Junkersmaschine in Tandemanordnung. Daß wir bei unseren großen Schiffen in der Höhe viel Platz haben, davon kann sich jeder überzeugen, der einmal in den Maschinenschacht hineingeschaut hat. Er schaut tief hinab wie in einen Keller, bis er auf den Zylinderdeckel hinunterblickt. Da ist reichlich Platz vorhanden. Wir können noch viel höhere Maschinen haben; dem steht nichts im Wege. Auch dieses Bedenken wird von denen, die im praktischen Betriebe stehen, nicht geteilt.

Wenn wir uns also überlegen, was für schwerwiegende Bedenken gegen die Junkersmaschine vorliegen, so bleibt schließlich nichts übrig, und es bestehen eine Reihe besonders für den Schiffsbetrieb wertvoller Vorteile. Aber trotzdem sollen diese Erwägungen nicht entscheiden, sondern es kommt selbstverständlich darauf an, was die ersten ausgeführten Maschinen bringen werden, und wir Schiffbauer können uns sehr darüber freuen, daß wir in Deutschland augenblicklich eine Reihe von Möglichkeiten haben, Erfahrungen abzuwarten. Es sind im deutschen Schiffbau sämtliche Systeme zum Wort gekommen. Die großen Reedereien haben den Mut gehabt, den verschiedenen Systemen die Möglichkeit der Ausführung auf Schiffen zu geben; von der Marine weiß ich leider nichts derartiges zu berichten. Im Auslande ist man vielleicht in der Beziehung etwas weiterschauend; dort gibt

man allen vorhandenen Systemen, die eine Aussicht bieten, die Möglichkeit, zu zeigen, was sie können. In der deutschen Reederei ist jedenfalls der Mut gewesen, allen vorhandenen Systemen die Möglichkeit geben, zu zeigen, was sie können. Wir wollen daher abwarten; das nächste Jahr wird uns auf diesem Gebiet zweifellos einen großen Fortschritt in der Entwicklung bringen.

Herr Professor H. Junkers - Aachen (Schlußwort):

Es sind von Herrn Schwarz außer der Anerkennung, die er dieser Konstruktion hat zuteil werden lassen, und für die ich ihm danke, auch Nachteile derselben hervorgehoben worden. Gestatten Sie, daß ich Ihnen meine Ansicht hierüber mitteile.

Es ist zunächst die Höhe der Maschine bemängelt worden. Meine Herren, das stimmt nicht. Eine Maschine wird nicht länger, wenn sie zwei Kolben hat, sondern kürzer. Bitte, untersuchen Sie das doch selbst einmal. Wenn Sie denselben Hub in zwei Teile zerlegen, dann wird die Maschine nicht länger, sondern kürzer. Die allgemeine Ansicht, daß eine Maschine mit zwei Kolben sehr lang wird, stützt sich vielleicht — wenigstens so scheint es mir — auf den Umstand, daß die Maschine im Vergleich zur Flügelstange viel länger wird. Die Flügelstange ist ja aber nur halb so groß infolge der Hubteilung. Denken Sie sich in der Zeichnung die Flügelstangenlänge verdoppelt, dann kommen Sie gleich zu der Ansicht: die Maschine ist nicht lang, sondern kurz. Eine Doppelkolbenmaschine wird so lang wie eine Dampfmaschine. Die Tandemmaschine scheint noch viel länger zu werden. Das ist auch nicht wahr. Eine Tandemmaschine wird bei kurzer Bauart 7½ bis 8 mal so lang wie der Hub; das ist nicht länger als wie bei einer Ölmaschine mit doppeltwirkendem Kolben. Meine Herren, das muß man untersuchen; man darf hier nicht nach der Skizze gehen, sondern nach der Konstruktion. Also ich wiederhole noch einmal: eine Doppelkolbenmaschine ist kürzer als jede andere bei gleichem Hub, und der Hub entscheidet. Man kann auch eine Doppelkolbenmaschine kurzhübig bauen, aber dann wird sie ebenso wie jede andere kurzhübige Verbrennungsmaschine entsprechend schlecht; der Brennstoffverbrauch wird schlechter, der mechanische Nutzeffekt wird schlechter, die Betriebssicherheit wird geringer usw.

Dann ist das Gestänge bemängelt worden. Meine Herren, ich glaube, das darf man so nicht machen wie geschehen. Auch von Herrn Dr. Rieppel wurde das Gestänge in der Weise kritisiert, daß einfach die Anzahl der Teile hervorgehoben wurde; wir haben vier Kolben statt eines, wir haben drei Flügelstangen statt einer. Meine Herren, das ist es doch nicht, was entscheidet, sondern die Betriebssicherheit. Es ist doch bekannt, daß ein einziger kleiner Teil an einer Maschine die Betriebssicherheit in viel höherem Maße beeinträchtigen kann als selbst eine große Zahl von schweren Getriebeteilen von zuverlässigerem Gange. Eine derartige Bilanz, die nur einfach die Anzahl der Kolben und die Anzahl der Flügelstangen zugrunde legt, ist doch nicht geeignet, ein wirkliches Bild von der Güte und Betriebssicherheit einer Maschine zu geben. Man muß jeden einzelnen Teil mit einem die Betriebssicherheit ausdrückenden Wertfaktor behaften, dann erst wird man zu dem richtigen Urteil kommen.

Dann ist ein Wort gefallen von Kommodenschubkastenkonstruktion. (Heiterkeit.) Ich weiß nicht, wer dieses Wort erfunden hat und wie der Betreffende dieses Urteil begründen und verantworten will. Soweit ich aus den Worten des Herrn Vorredners habe entnehmen können, wurde dieser Vergleich damit begründet, daß in dem Falle, wo die Kräfte nicht genau durch die Mitte gehen, ein Ecken stattfindet. Aber ich weiß nicht, wie das bei dieser Konstruktion eintreten kann. Hier ist aufs sorgfältigste beachtet, daß die Kräfte immer zentral gehen, es sind da doch Gelenke in dem Gestänge angebracht und es ist ganz ausgeschlossen, daß eine erhebliche exzentrische Kräftewirkung eintreten kann.

Dann wurde gesagt: die Zahl der Zapfen wächst ins Ungemessene. Dieser Einwand



bezieht sich wohl hauptsächlich auf die Zapfen im Gestänge. Man muß doch unterscheiden, ob ein Zapfen unausgesetzt arbeitet, fortwährender Reibung ausgesetzt ist, oder ob er nur Längenänderungen ausgleichen soll, die durch verschiedene Erwärmung, Montagefehler usw. eintreten. Auch hier darf man doch nicht einfach die Anzahl addieren.

Die Überlastung ist auch kritisiert worden. Darf ich noch einmal kurz hierauf zurückkommen? Es ist selbstverständlich, daß, wenn eine Maschine dauernd mit Leistungserhöhung arbeiten soll, man die ganzen Getriebeteile dementsprechend dimensionieren wird. Aber das ist keine eigentliche Überlastung. Bei einer Überlastung verlangt man, daß die Maschine auf Kosten einer höheren vorübergehenden Beanspruchung imstande ist, eine größere Leistung zu geben. In dieser Beziehung gibt die Dampfmaschine keine vollkommene Lösung. Bei der Dampfmaschine werden zum Beispiel die Flügelstangen, die Kolbenstangen, die Zylinder nicht stärker beansprucht, nur die Welle wird stärker beansprucht, also ein Teil der Maschine. Bei der Überlastung, wie wir sie hier haben, werden aber alle Teile gleichmäßig höher in Anspruch genommen; ich meine, das ist eine vollkommenere Art der Überlastung. Außerdem gibt es hier keine enge Grenze. Bei der Dampfmaschine ist die Grenze sehr eng gezogen. Besonders wenn dieselbe mit mehreren Stufen arbeitet, kann man die Leistung nur unbedeutend erhöhen. Bei der Ölmaschine braucht man nur die Luftpumpe danach zu dimensionieren und den Kompressor, der die Einspritzluft schafft; die Mittel sind also viel geringer als bei der Dampfmaschine, bei welcher man den ganzen Kesselbetrieb entsprechend höher beanspruchen muß. Was das bedeutet, besonders wenn der Kessel schon so hoch beansprucht ist, wie das meistens der Fall ist — zum Beispiel bei Kriegsschiffen wie ich mir habe sagen lassen — dann ist die vorgetragene Art der Leistungserhöhung gerade als ganz günstige Lösung zu betrachten, besonders wenn man bedenkt, daß bei der Dampfmaschine der Dampf- und Brennstoffverbrauch mit zunehmender Überlastung ganz erheblich wächst. Das ist hier nicht der Fall. Bei 50 % Leistungserhöhung haben wir in der Versuchsmaschine eine Leistung von etwa 250 PS entsprechend einem mittleren Druck von 14 bis 15 Atmosphären und einen Ölverbrauch von 215 g erzielt. Das ist ein Resultat, welches sich nicht auf theoretische Betrachtung stützt, sondern tatsächlich erreicht worden ist.

Meine Herren, über die Stopfbüchse erlaube ich mir kein Urteil abzugeben. Das ist Sache der mehr im praktischen Betriebe stehenden Ingenieure. Soweit ich darüber orientiert bin, sind allerdings, und das ist nicht hoch genug anzuerkennen, große Fortschritte auf diesem Gebiete gemacht worden. Mir ist es nie eingefallen, zu sagen, eine Stopfbüchse wird niemals so eingerichtet werden können, daß sie den Anforderungen im Dieselbetrieb entspricht. Das wäre eine vermessene Ansicht, die sich nicht deckt mit den Erfahrungen, die man im Laufe der Jahre mit der Technik macht. Wenn man aber die Stopfbüchsen vermeiden kann, dann scheint es mir, daß dies doch immerhin eine sehr angenehme Zugabe ist.

Über die Umsteuerung hat schon Herr Direktor Saiuberlich sich ausgelassen. Ich habe es unterlassen, in meinem Vortrage darauf zurückzukommen, um Ihre Zeit nicht zu lange in Anspruch zu nehmen. Ich glaube, darüber sind sich aber alle maßgebenden Herren einig, daß die Umsteuerung bei einer Zweitaktmaschine, ganz gleich, um welches System der Maschine es sich handelt, keine Schwierigkeiten macht. Ganz besonders gilt dies aber für die Doppelkolbenmaschine, bei welcher die Notwendigkeit der Umsteuerung der großen Spülventile wegfällt.

Herr Toussaint bestreitet die Richtigkeit der thermischen Grundlagen, die zur Konstruktion meiner Maschine geführt haben. Er stützt sich da auf Erfahrungen so allgemeiner Natur, daß ich ihm nicht folgen kann. In solchem Falle wird es nicht viel Zweck haben, auf die Einzelheiten einzugehen. Es bleibt nichts anderes übrig, als Herrn Toussaint zu überlassen, an der ausgeführten Maschine den Beweis zu bringen, daß seine Ansichten

richtig sind. Ich nehme keinen Anstand, auf Grund meiner Erfahrungen zu behaupten, daß er einen wesentlich höheren Brennstoffverbrauch erzielen wird.

Seine Ansichten von der Länge der Maschine sind auch nicht richtig. Beim Vergleich der Länge meiner Bauart mit der Toussaintschen ist es unstatthaft, die Kolbenhübe der beiden nebeneinander angeordneten Zylinder Toussaints als Gesamthub zu rechnen in dem Sinne, wie das bei zwei gegenläufigen Kolben berechtigt ist. Die Rücksicht auf die Reibungs- und sonstigen Verhältnisse in der Welle verlangt vielmehr, daß man bei kurzhübigen Maschinen den Einzelhub eines Toussaint-Kolbens dem Gesamthub zweier gegenläufigen Kolben gleichsetzt. Und da kann ich nur noch einmal wiederholen: wenn man — ganz gleich, um welche Maschine es sich handelt — einen Kolbenhub zerlegt und auf zwei Kolben verteilt, dann wird allemal die Maschine nicht länger, sondern kürzer.

Herr Toussaint stützt sich in seinen Ausführungen auf Versuche von Herrn Eugen Meyer und auf andere. Ich schätze die Untersuchungen, die Herr Meyer angestellt hat, sehr hoch, sie sind mustergültig in bezug auf Genauigkeit und strenge Wissenschaftlichkeit; ich teile aber nicht seine Ansicht in bezug auf den Verlust an Arbeit, der durch den Wärmeübergang an die Wandungen usw. entsteht, und das hängt zusammen mit den Anschauungen, die Herr Meyer aus seinen Versuchen über die Wärmeübertragung gefunden hat. Ich kann nur nochmals sagen: ich habe bei meinen Versuchen gefunden, daß die Wirbelung eine sehr große Rolle spielt, und dieser Einfluß ist meines Wissens von Herrn Meyer und von anderen überhaupt nicht berücksichtigt worden, während ich aus meinen Versuchen nur schließen kann, daß während der Verbrennung und gleich darauf die Wirbelung sehr stark ist und stetig abnimmt.

Dann ist auch die Oechelhäusermaschine erwähnt worden. Ich möchte mich hier eines Urteils über die Vorteile und Nachteile derselben, der übrigens manche gute Eigenschaft von den Betriebsingenieuren nachgerühmt wird, begeben, und nur davor warnen, ungünstige Erfahrungen, die man mit dieser Maschine gemacht hat, ohne weiteres zu verallgemeinern und auf alle Doppelkolbenmaschinen zu beziehen. Ich will nur auf einige wesentliche Unterschiede aufmerksam machen. Bei der Gasmaschine entstehen große konstruktive und Betriebsschwierigkeiten dadurch, daß das Gas zugleich mit der Verbrennungsluft eingeführt wird. Diese Schwierigkeiten entfallen vollständig bei der Durchführung des Dieselverfahrens. Da hat man nur Luft zu komprimieren. Das ist eine viel einfachere Sache. Infolgedessen ist es auch möglich, viel höhere mittlere Drücke zu erzielen. Soviel ich weiß, hat man bei Gasmaschinen niemals über $5\frac{1}{2}$, vielleicht 6 Atmosphären erzielt, während es schon bei der Oechelhäuser-Junkersmaschine, die ich den Vorzug hatte, Ihnen zu zeigen, infolge der völlig getrennten Spülung möglich war, 12 Atmosphären zu erzielen.

Für die freundlichen Worte des Herrn Direktor Saiuberlich danke ich ihm verbindlichst.

Herr Direktor Regenbogen hat auch einige Eigenschaften kritisiert. Ich kann da vor allen Dingen einen Grundsatz, den Herr Regenbogen angeführt hat und der auch schon in bezug auf die Großgasmaschine ausgesprochen wurde, nicht teilen. Ich muß mich vielmehr ganz entschieden dagegen wenden, da das Gegenteil zutrifft. Es ist gesagt worden: Die Verbrennungsgroßmaschine darf man nicht stark beanspruchen, dann erst wird sie praktisch brauchbar. Die Sache liegt so: man macht hier aus der Not eine Tugend: weil die Verbrennungsgroßmaschine nicht imstande war, diesen Anforderungen zu entsprechen, hat man gesagt: aha, die Großgasmaschine ist ihrer ganzen Veranlagung nach nicht geeignet, diesen Beanspruchungen Rechnung zu tragen. Nein, meine Herren, das ist eine Sache der Konstruktion. Ob es möglich ist, 14 bis 15 Atmosphären mittleren Drucks praktisch anzuwenden, wollen wir einmal ruhig abwarten. Ich habe die Überzeugung: die Sache geht. Ich kann mich unter anderem stützen auf die Erfahrungen, die ich gemacht habe, wenn auch im Kleinen, an einer Ma-

schine, die mit mittleren Drucken von 40 bis 50 Atmosphären gearbeitet hat. Das ist die Hochdruckgasmaschine, die ich den Vorzug hatte, Ihnen vorzuführen. Wenn die Maschine auch nicht im Dauerbetrieb gearbeitet hat, so sind doch andererseits die Unterschiede in den Drucken so gewaltig groß, daß sich auch in der verhältnismäßig kurzen Betriebszeit schon die schlimmen Erfahrungen hätten zeigen müssen, die man bei Maschinen mit großem Druck befürchtet.

Auf die Brauchbarkeit der liegenden Maschine auf Kriegsschiffen weiter einzugehen, möchte ich mir versagen mangels jeglicher Erfahrung auf dem schiffbaulichen und militärtechnischen Gebiet.

Meine Herren, es ist dann eine Betrachtung angestellt worden von Herrn Dr. Riepel: wenn der Schmierölverbrauch bei Junkers um 10 % größer ist. Ich bezweifle, daß der Schmierölverbrauch größer ist. Im Gegenteil, ich meine, er wird wesentlich kleiner sein als bei einer Maschine mit doppeltwirkendem Kolben. Die Schmierölfrage ist ja sehr wichtig, sie gehört, soweit ich ein Urteil darüber habe, zu den einschneidendsten, wenn man sich über die Betriebssicherheit ein Urteil bilden will. Aber gerade in dieser Hinsicht ist die Doppelkolbenkonstruktion von außerordentlich günstiger Wirkung. Der Kolben hat nicht nur den Zweck, die Arbeit aufzunehmen, sondern, wie in jeder Maschine mit offenem Kolben, auch den großen Zweck, in der Doppelkolbenmaschine, überhaupt in jeder Maschine mit offenem Zylinder, die Arbeitsfläche mit Schmieröl zu versehen, und in dieser Beziehung ist er das vollkommenste Schmierorgan. Denken Sie sich, meine Herren, wir hätten eine Zylinderoberfläche nach jedem Hub mit Schmieröl zu versehen, und die Schicht ist, wenn man sie sich berechnet, außerordentlich klein; sie ist vielleicht $^{1}/_{1000}$ mm. Denken Sie, wie man das am vollkommensten macht. Man würde vielleicht mit einem Lappen um den Kolben herumfahren. Das geht natürlich nicht. Der vollkommenste Ersatz ist nun ein Kolben, der aus dem heißen Teil in den kalten geht, sich hier kühlt und dadurch die Fähigkeit bekommt, sich mit Schmieröl zu versorgen und nun dieses Schmieröl in den heißen Teil hineinbefördert. Meine Herren, ich halte gerade diesen Punkt für einen der wichtigsten für die Beurteilung der Betriebssicherheit und meine, auch aus diesem Grunde ist ein Doppelkolben besser als ein einfacher Kolben, denn die zwei Kolben werden die Oberfläche besser und leichter mit Öl versorgen als ein einziger Kolben bei gleichem Gesamthub.

Es ist dann darauf hingewiesen worden, daß für jemand, der nicht in der glücklichen Lage ist, sich auf das Kapital und die vielen Ausführungen, die hinter den großen Fabriken liegen, stützen zu können, der Kampf mit den großen Fabriken sehr schwierig ist. Meine Herren, das mag sein. Ich scheue ihn nicht.

Was die so viel geschmähte dreifach gekröpfte Welle anlangt, so möchte ich darauf auch noch kurz zurückkommen. Was ist der Zweck der gekröpften Welle? Offenbar doch nur der, ein Drehmoment von dem Kolben aufzunehmen und auf den Propeller zu übertragen. Bei der Dampfturbine ist diese Aufgabe sehr vollkommen gelöst. Da bekommen wir nur ein Drehmoment ohne jede schädliche Nebenwirkung. Aber bei Maschinen, die mit hin- und hergehenden Kolben arbeiten, muß die hin- und hergehende Bewegung in eine rotierende verwandelt werden, und das geht nicht, ohne daß wir die Welle außer auf Drehung auch auf Biegung beanspruchen. Das ist aber eine für den Betrieb sehr schlimme Sache. Wir zerren die Welle dadurch hin und her in ihren Lagern. Es entsteht eine bedeutende Vermehrung der Beanspruchung, Reibung, Arbeitsverlust, Verschleiß; was aber das Allerschlimmste ist: die Welle wird aus ihrer richtigen Lage herausgedrängt und es treten infolgedessen Zusatzspannungen auf, die zu Heißlaufen und sogar Bruch der Welle führen können. In dieser Beziehung ist die Großölmaschine viel ungünstiger daran als die Großdampfmaschine. Bei der Großdampfmaschine haben wir eine verhältnismäßig große Kröpfung und einen großen Abstand zwischen den Lagern. Dadurch ist ein elastisches Glied zwischengeschaltet,

welches die aus Veränderung der richtigen Lage der Welle entstehende Gefahr vermindert bezw. eine größere Veränderung zuläßt. Diese Elastizität entfällt um so mehr, je kürzer die Kröpfung ist und je dichter die Lager aneinanderrücken. Bei den bisherigen Großölmaschinen kann von Elastizität nicht viel die Rede sein, weil die Kröpfungen sehr gedrungen sind und die Lager dicht beieinander liegen. Aus diesem Grunde kann man die mit den Wellen von Großdampfmaschinen gemachten guten Erfahrungen nicht ohne weiteres für die Großölmaschine in Anspruch nehmen.

Wenn man sich nun fragt: Wie ist denn die Welle am vollkommensten zu gestalten? dann kommt man zu der Forderung, die Welle mit Hilfe mehrerer Kröpfungen und gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung wirkenden Flügelstangen so auf Zug und Druck zu beanspruchen, daß die Wellenlager möglichst entlastet werden und daß der Verschleiß von den Wellenlagern auf die Flügelstangenlager übertragen wird, die gemäß ihrer ganzen Konstruktion und Wirkungsweise viel mehr geeignet sind, den Verschleiß und seine nachteiligen Folgen für die Maschine aufzunehmen und auszugleichen.

Dieser Forderung wird durch die dreifach gekröpfte Welle in der denkbar vollkommensten Weise Rechnung getragen, und ist dieser Vorteil in Verbindung mit der größeren Elastizität derselben gegenüber einer einfach gekröpften Welle bei der Großölmaschine um so höher anzuschlagen, als diese außer der schon erwähnten großen Steifigkeit der Welle ein sehr ungünstiges Verhältnis von höchstem zu mittlerem Druck besitzt, und deshalb bei gegebener Leistung viel mehr Reibungsverluste hat, wie die Dampfmaschine von gleicher Leistung.

Meine Herren! Ich darf zum Schluß noch einmal meinen verbindlichsten Dank allen den Herren aussprechen, die Veranlassung genommen haben, sich zu meinen Ausführungen zu äußern. Das war der Hauptzweck meines Vortrages. (Lebhafter Beifall.)

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Die Verbrennungsmaschine ist wohl nach der überwiegenden Ansicht aller Anwesenden die Maschine der Zukunft, wenn sie auch noch bis zu ihrem endgültigen Siege viele Kinderkrankheiten durchzumachen hat. Wir und die ganze Wissenschaft mit uns müssen Herrn Professor Junkers von Herzen dankbar sein dafür, daß er uns seine mühevollen und kostspieligen Konstruktionen, die durchweg auf eigenen Forschungen beruhen, in so selbstloser Weise zur Verfügung gestellt hat. (Lebhafter Beifall.)



XIII. Neue Versuche über Strömungsvorgänge und ihre Anwendung bei Dampfturbinen, Kondensationen und Kälteerzeugung.

Vorgetragen von **E. Josse** - *Charlottenburg.*

Wenn ich es wage, in dem begrenzten Rahmen eines Vortrages drei so umfangreiche und dabei nach der herrschenden Auffassung so grundverschiedene Gebiete des Maschinenbaues wie Dampfturbinen, Kondensationen und Kältemaschinen zu besprechen, von denen eines allein nicht einmal erschöpfend behandelt werden kann, so ist die Begründung für dieses Vorgehen darin zu suchen, daß es sich um teilweise neue Erscheinungen des Maschinenbaues handelt, die gemeinsam auf der Anwendung ein und desselben Strömungsprinzips beruhen.

Man muß sich dabei, wenigstens was die Kondensationen und die Kältemaschinen anbelangt, von der üblichen Vorstellung, die man von der Arbeitsweise dieser Maschinen hat, freimachen und zunächst zur Kenntnis nehmen, daß es uns gelungen ist, solche Maschinen auf Grund von Strömungsvorgängen zu entwickeln, die als sogenannte „Strahlmaschinen" eine weitere Entwicklung der rotierenden Maschinen darstellen.

Aus dem Dampfturbinenbau sind heutzutage die Strömungsvorgänge im wesentlichen in weiteren Kreisen bekannt. Bei der Dampfturbine verwandeln wir bekanntlich die Spannungsenergie des Frischdampfes durch Düsen oder Leitapparate in Strömungsenergie, und indem wir durch das strömende Medium Laufräder beaufschlagen, setzen wir die Strömungsenergie zum großen Teil in mechanische Arbeit um. Ebenso verfährt man bei Wasserturbinen mit der potentiellen Energie des Betriebswassers.

Man kann nun aber die Strömungsenergie von Wasser und Dampf auch dadurch nutzbar machen, daß man die strömenden Medien zur Absaugung und Kompression von Dämpfen und Gasen benutzt, indem man diese mit den strömenden Medien mischt und die Strömungsenergie der Mischung durch einen Diffusor wieder in Spannungsenergie, d. h. in Druck zurückverwandelt.



Die neuen Versuche über Strömungsvorgänge und die erwähnten praktischen Anwendungen, über welche ich die Ehre habe, Ihnen heute zu berichten, sind ein Teil der Forschungsarbeiten, die in den letzten Jahren auf meine Veranlassung und unter meiner Leitung im Maschinenbau-Laboratorium der hiesigen Hochschule ausgeführt wurden.

Was zunächst die Strömungsvorgänge in ihrer Anwendung auf Dampfturbinen anbelangt, so ist dieser Teil der Versuche, durch die meiner Ansicht nach unsere Erkenntnis auf diesem Gebiete erheblich gefördert worden ist, im einzelnen von Herrn Dr.-Ing. Christlein durchgeführt worden. Es ergibt sich darnach die Möglichkeit, Dampfturbinen von höherem Nutzeffekt und gleichzeitig einfacherem, billigerem Aufbau zu erstellen, als dies bis heute möglich war.

Ebenso haben die weiteren Versuche über die Ausnutzung der Strömungsvorgänge zum Absaugen und Komprimieren von Gasen und Dämpfen und ihre Anwendung auf Kondensationen und Kälteerzeugung, die seit mehreren Jahren vom Vortragenden und meinem Mitarbeiter, Herrn Dr.-Ing. Gensecke, Konstruktionsingenieur an dem meiner Leitung unterstellten Maschinenbau-Laboratorium unternommen worden sind, dazu geführt, Einrichtungen dieser Art von einer bis jetzt nicht gekannten Einfachheit und Betriebssicherheit zu erstellen.

Bei dem großen Umfang des zu besprechenden Gebietes kann in dem Vortrag nur ein allgemeiner Überblick gegeben werden. Die eingehende Darstellung muß späteren Berichten vorbehalten bleiben.

A. Dampfströmung und Dampfturbinen.

Seit mehr als fünf Jahrzehnten ist bereits die Behandlung der Strömungsprobleme ein wichtiges Thema in den Kreisen der Physiker gewesen, aber erst in den neunziger Jahren wurden diese Forschungen von neuem aufgegriffen, nachdem infolge der Entwicklung der Dampfturbinen vor allem für den Ingenieur die Kenntnis dieser Vorgänge sich als unbedingt nötig erwiesen hat.

Es würde zu weit führen, hier auf alle diese früheren sehr wertvollen Forschungen näher einzugehen, die nebenbei erwähnt auffällig widersprechende Ansichten vortrugen*), sondern der Zweck der nachfolgenden Ausführungen ist vor allen Dingen, in Kürze über die Strömungserscheinungen und -Verluste in Düsen, Leit-

*) Eine ausführliche Zusammenstellung der Forschungsergebnisse bis zum Jahre 1907 findet sich in Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie II. Teil und ferner in Stodola, Dampfturbinen 1910.



und Laufapparaten auf Grund der oben erwähnten neuen Versuche im Maschinenbaulaboratorium Aufschluß zu geben und einen Ausblick über die darauf begründeten weiteren Entwicklungsmöglichkeiten des Dampfturbinenbaues zu eröffnen. Andererseits aber möchte ich doch hier schon vorausschicken, daß sich nach unseren Forschungen teilweise neue Anschauungen über die Strömungserscheinungen aufdrängen, durch die gleichzeitig eine in sich geschlossene und sehr einfache Erklärung der bisherigen scheinbaren Widersprüche ermöglicht wird*).

Die Versuche bezweckten, die bei der Dampfströmung auftretenden Verluste und Erscheinungen festzustellen und zu ermitteln, unter welchen Umständen die ersteren auf ein Mindestmaß gebracht werden können. Zunächst ist es notwendig, die Versuchsgrundlagen kurz anzugeben. Die Bestimmung der Verluste in Leitvorrichtungen usw. erfolgte an einem vom Vortragenden gebauten Versuchsapparat durch Messung des sog. Reaktionsdruckes, ein Verfahren, das ja schon von verschiedenen Forschern (u. a. Rosenhain und Frederic und Kemble) angewendet wurde.

Der beim Ausfluß eines Mediums auftretende Reaktionsdruck R in kg ergibt sich zu

$$R = \frac{G}{g} \cdot w \qquad (1)$$

wobei G = ausströmendes Dampfgewicht in kg/sek.,
g = 9,81 m/sek^2,
w = mittlere wirklich erreichbare Geschwindigkeit in m/sek. in Richtung der Achse der Leitvorrichtung, welche in dem Querschnitt vorhanden ist, wo eben ein Ausgleich der Pressung im Strahl mit der Pressung im Raum erfolgt ist.

Aus Gleichung 1 ergibt sich also die wirkliche Austrittsgeschwindigkeit

$$w = \frac{9{,}81}{G} \cdot R \qquad (2)$$

wenn R und G durch Versuch bestimmt sind.

Um nun den Reaktionsdruck zu messen, ist die zu untersuchende Leitvorrichtung beweglich an einem in Kugellagern beweglichen Wagebalken angeordnet und der auftretende Reaktionsdruck R kann durch Gewichtsbelastung P einer Wagschale gemessen werden. Die Versuchsanordnung ist aus Fig. 1 zu ersehen. Der Dampf wird von außen durch eine hohle Welle zugeführt und gelangt durch den vertikalen Düsenträger in die zu untersuchende Leitvorrichtung, von der

*) Eingehende Veröffentlichungen hierüber werden in der nächsten Zeit erscheinen.



aus der Dampf von bestimmtem Anfangsdruck p_1 und Temperatur t_1 in den Gegenraum ausströmt, in dem der Druck p_2 herrscht. An dem Apparat sind ferner verschiedene Schaulöcher angeordnet; diese ermöglichen eine Beobachtung, Beleuchtung und photographische Festlegung des Strahles.

Aus den bekannten Anfangsbedingungen des Dampfes (p_1, t_1) und dem Gegendruck p_2 ist die theoretische Ausflußgeschwindigkeit w_0 zu ermitteln, die

Versuchanordnung.

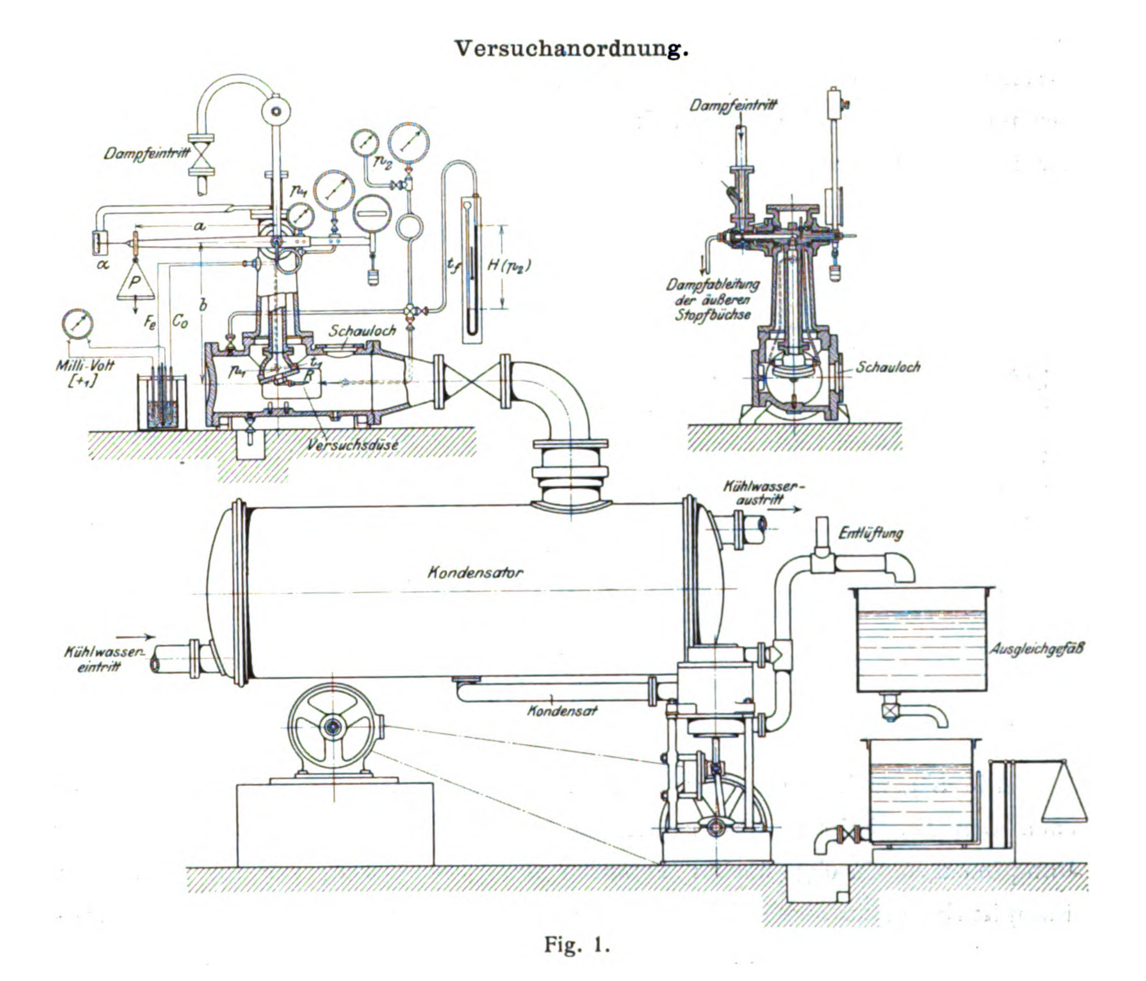


Fig. 1.

vorhanden wäre, wenn der Dampf unter Annahme einer verlustfreien adiabatischen Expansion vom Anfangsdruck p_1 bis auf den Gegendruck p_2 ausströmen würde. Die zugehörige Rechnung gestaltet sich mit Benutzung der bekannten Wärmetafel von Mollier (I-S-Diagramm) überaus einfach, wo die verfügbaren adiabatischen Wärmegefälle λ direkt als Strecken abgegriffen werden können. Man erhält also die theoretische Ausflußgeschwindigkeit

$$w_0 = 91{,}53 \sqrt{\lambda} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

worin λ das Wärmegefälle bedeutet. Dabei ergibt sich der sog. Geschwindigkeitskoeffizient

$$\varphi = \frac{w}{w_0} = \frac{\text{wirklich vorhandene Ausflußgeschwindigkeit}}{\text{theoretische Ausflußgeschwindigkeit.}}$$

Die Beurteilung der bei der Strömung auftretenden Verluste bezw. die Kenntnis des Verhaltens des obigen Geschwindigkeitskoeffizienten φ ist aber bei Entwurf und Vorausberechnung von Turbinen von ausschlaggebender Bedeutung. Es sind bis jetzt die widersprechendsten Angaben über das Verhalten dieses Geschwindigkeitskoeffizienten zu finden, und ich verweise auch hier auf die Zusammenstellung aller bisher bekannten Forschungsergebnisse über die Größe der zu erwartenden Verluste in dem bekannten Werke von Stodola.

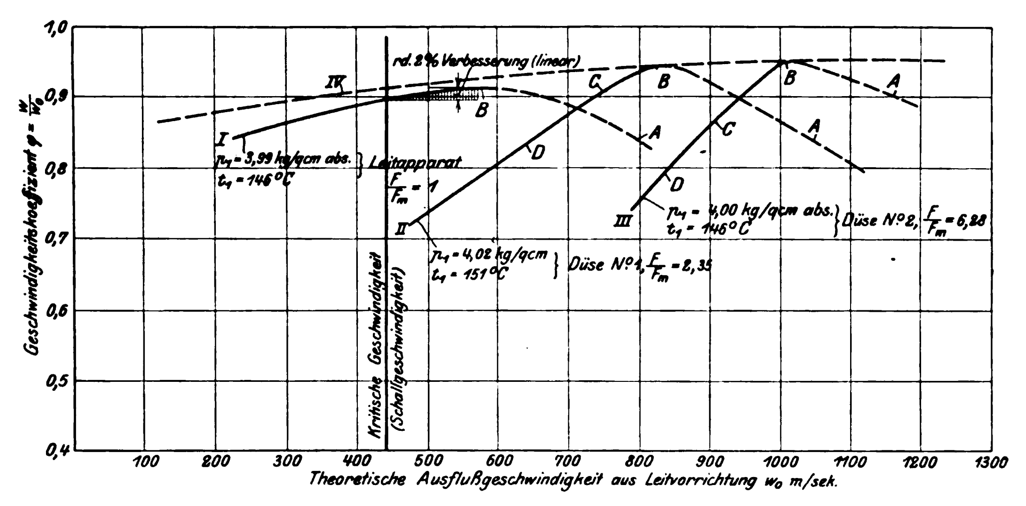


Fig. 2.

Die allgemeine Übersicht über die Strömungsverluste und ihr Verhalten nach den Ergebnissen der neuen im Maschinenbaulaboratorium mit großen Dampfmengen durchgeführten Versuche unter Benutzung der im praktischen Dampfturbinenbau ausschließlich gebräuchlichen Leitvorrichtungen (Leitapparate und Düsen) ist aus Fig. 2 zu entnehmen. Als Abszisse ist dabei aufgetragen die (aus den bekannten Größen p_1, t_1 und p_2) sich ergebende theoretische Geschwindigkeit $w_0 = 91{,}53 \sqrt{\lambda}$, als Ordinate der Geschwindigkeitskoeffizient $\varphi = \frac{w}{w_0}$, und zwar wurde verwendet:

Kurve I: ein Leitapparat mit parallelen Wänden, also $\frac{\text{Austrittsquerschnitt}}{\text{engster Querschnitt}}$ $\frac{F}{F_m} = 1$. (Ausführung: Gußeisen mit eingegossenen Nickelstahlschaufeln, unbearbeitet, siehe Fig. 3.)



Kurve II: eine konisch erweiterte Düse $\frac{F}{F_m} = 2{,}35$ (Ausführung: Bronze, engster Querschnitt rund, Austrittsquerschnitt quadratisch, siehe Fig. 4).

Kurve III: eine konisch erweiterte Düse $\frac{F}{F_m} = 6{,}28$ (Ausführung: Gußeisen bearbeitet, engster Querschnitt rund, Austrittsquerschnitt quadratisch, siehe Fig. 5).

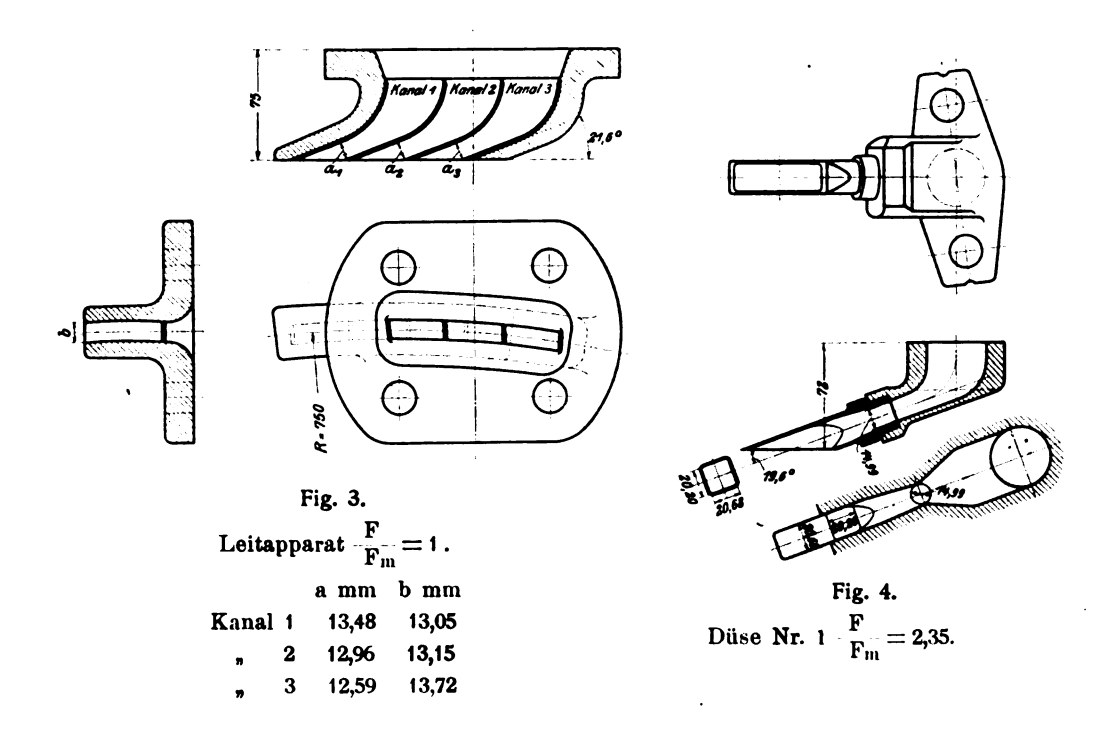


Fig. 3.

Leitapparat $\frac{F}{F_m} = 1$.

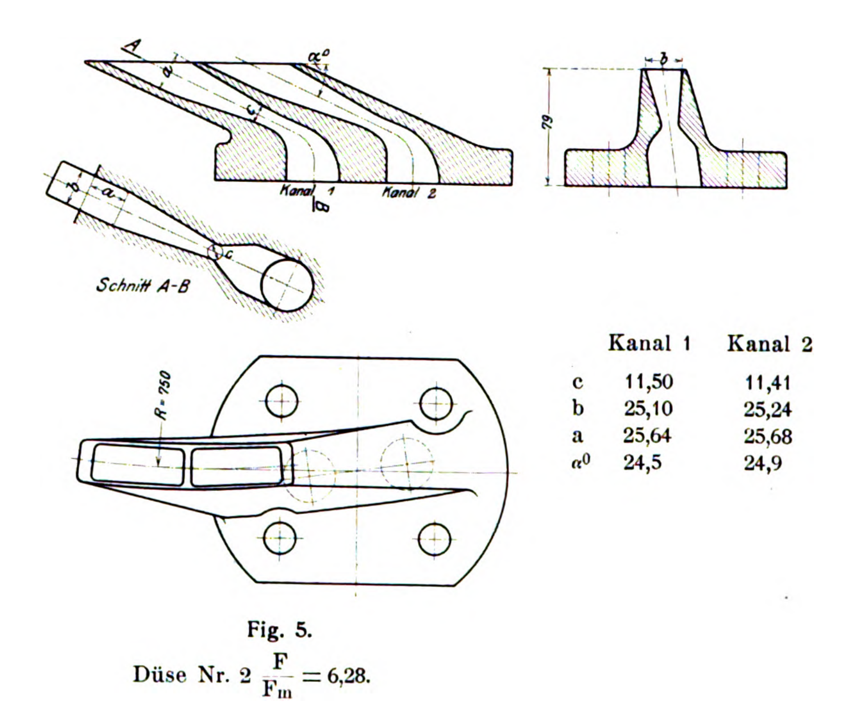
	a mm	b mm
Kanal 1	13,48	13,05
„ 2	12,96	13,15
„ 3	12,59	13,72

Fig. 4.

Düse Nr. 1 $\frac{F}{F_m} = 2{,}35$.

Das kennzeichnende Merkmal der verschiedenen mit den einzelnen Leitvorrichtungen gewonnenen Kurven $\varphi = f(w_0)$ besteht nun darin, daß jede Kurve ein ausgesprochenes Maximum besitzt. Die Verluste in einer gegebenen Leitvorrichtung sind also bei ganz bestimmten Verhältnissen ein Minimum. Die Beobachtung lehrt, daß in diesem Falle ein geschlossener Strahl mit parallelen Stromfäden bei Verlassen der Leitvorrichtung vorhanden ist (vergl. auch Fig. 6)*). Das Fallen des linken, dem Nullpunkt zugekehrten Astes der Kurven, d. h. die Abnahme von φ mitAbnahme der theoretischen Ausflußgeschwindigkeit, wird nun in erster Linie hervorgerufen durch die relativ größere Oberflächen- und innere Reibung

*) Die photographischen Aufnahmen wurden unter gütiger Mitwirkung des Herrn Geheimrat Miethe und seiner Assistentin, Fräulein Bauch, gemacht.



	Kanal 1	Kanal 2
c	11,50	11,41
b	25,10	25,24
a	25,64	25,68
α^0	24,5	24,9

Fig. 5.

Düse Nr. 2 $\frac{F}{F_m} = 6{,}28$.

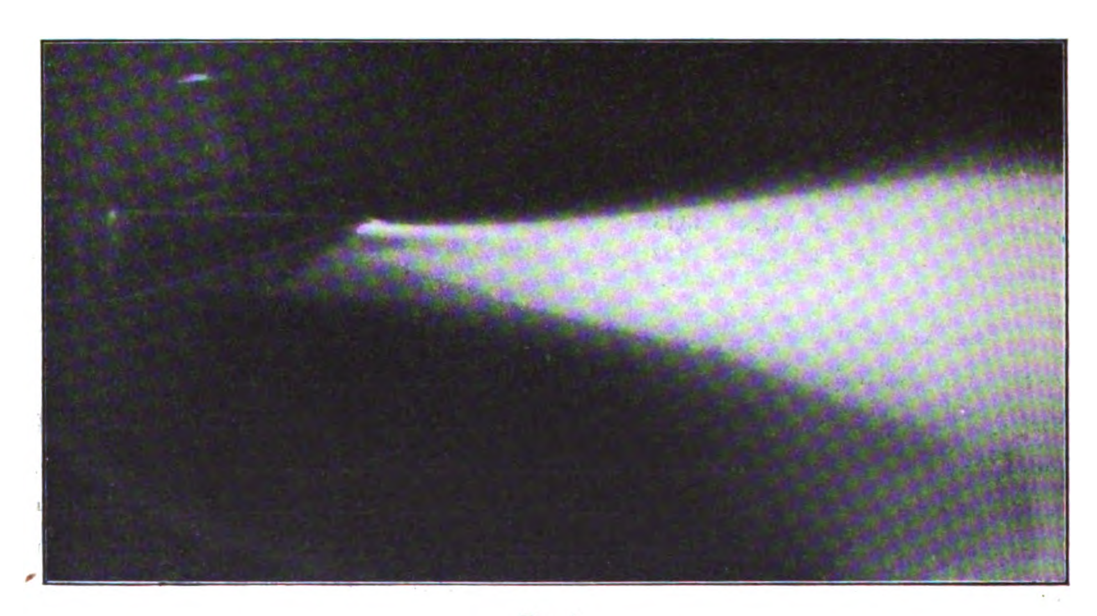


Fig. 6.

Düse $\frac{F}{F_m} = 2{,}63$.

$p_1 = 5{,}0$ kg/cm² abs.
$p_2 = 0{,}47$ kg/cm² abs. } nasser Dampf.

bei dem immer dichter werdenden Medium trotz kleinerer Geschwindigkeit (vergl. Kurve I für Leitapparat mit parallelen Wänden), außerdem kommen hierzu noch bei den Leitvorrichtungen mit konischem Erweiterungsansatz (Düsen) die durch die Diffusorwirkung auftretenden, von Stodola nachgewiesenen Verdichtungsstöße sowie stationäre Schwingungserscheinungen bei Überschreiten der sog. Schallgeschwindigkeit, wodurch dann ein noch rascheres Abfallen der dem Nullpunkt zugekehrten Äste der Kurven II und III, (Fig. 2) bedingt wird. Das Abfallen des rechten Kurventeils nach Überschreitung des Maximums wird ebenfalls durch im Dampfstrom auftretende Schwingungserscheinungen hervorgerufen und außerdem durch eine Ablenkung der einzelnen Strahlelemente aus der Achse der Leitvorrichtung. Bei einer im Austrittsquerschnitt normal zur Achse abgeschnittenen Leitvorrichtung ergeben sich die in Fig. 7 und 8 dargestellten Ausweichungen der einzelnen Stromfäden aus der geometrischen Achse, und bei der im Austrittsquerschnitt schräg abgeschnittenen Leitvorrichtung erfährt der gesamte Strahl eine Ablenkung aus der geometrischen Achse um einen bestimmten Winkel ω (siehe Fig. 9 u. 10). Diese Erscheinung tritt auf, wenn das Erweiterungsverhältnis der Leitvorrichtung für das herrschende Druckverhältnis $\frac{p_2}{p_1}$ zu gering bemessen ist, oder, wie man sich noch ausdrückt: die Düse arbeitet mit Überdruck und es findet eine Expansion im Spalt statt, welche sich nach den Erfahrungen bekannter Dampfturbinenfirmen besonders vorteilhaft erwiesen haben soll. Die dabei aber auftretende Erscheinung der Winkelablenkung ist bisher jedoch fast gänzlich unbeachtet geblieben. Es ist lehrreich, damit die in Fig. 11 dargestellten Forschungsergebnisse von Stodola*) zu vergleichen; der Zusammenhang der Fig. 2 und 11 ist durch gleiche entsprechende Bezeichnung kenntlich gemacht.

Betrachtet man ferner die Höhe der erreichbaren Maxima des Geschwindigkeitskoeffizienten φ, indem man eine umhüllende Kurve IV legt**), so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Strömungsverluste in einer für das jeweilig vorhandene Druckverhältnis $\frac{p_2}{p_1}$ richtig dimensionierten Leitvorrichtung mit zunehmender Durchflußgeschwindigkeit fortwährend abnehmen, während man bisher gerade das Gegenteil vermutete.

Ein weiterhin sehr überraschendes Ergebnis ist ferner, daß der gün-

---

*) Aus Stodola, Dampfturbinen, 4. Auflage.

**) Die Kurve IV ist von der Kurve I in einem gewissen Abstand gelegt, da bei Verwendung eines sorgfältig bearbeiteten Leitapparates die erreichbaren Werte von φ höher werden.



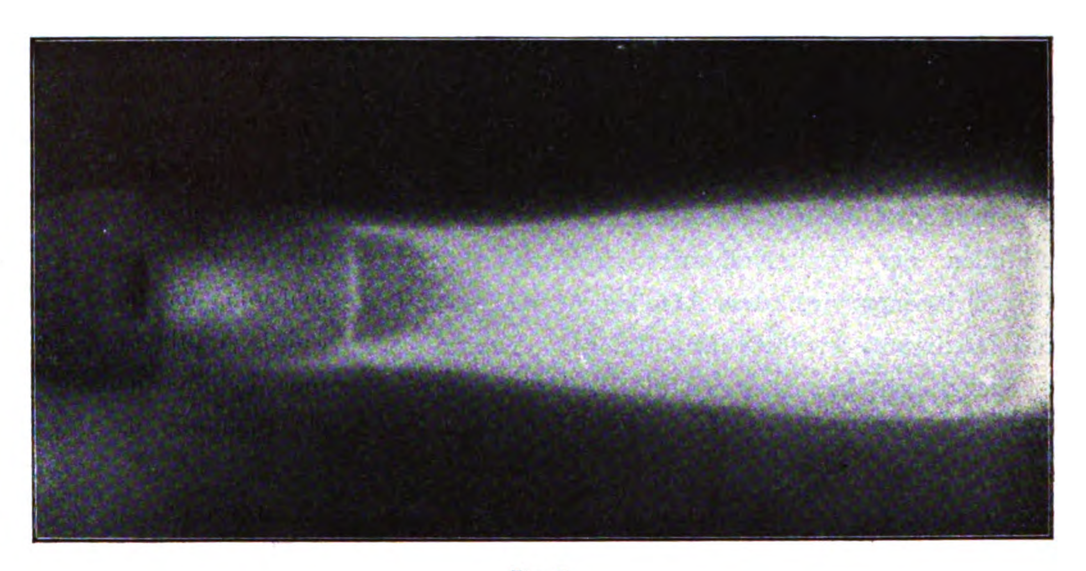


Fig. 7.

Einfache Mündung $\frac{F}{F_m} = 1$. (frühere Düse $\frac{F}{F_m} = 2{,}35$ bis zur engsten Stelle abgehobelt)

$p_1 = 6{,}03$ kg/cm² abs.
$p_2 = 0{,}482$ kg/cm² abs. } nasser Dampf.

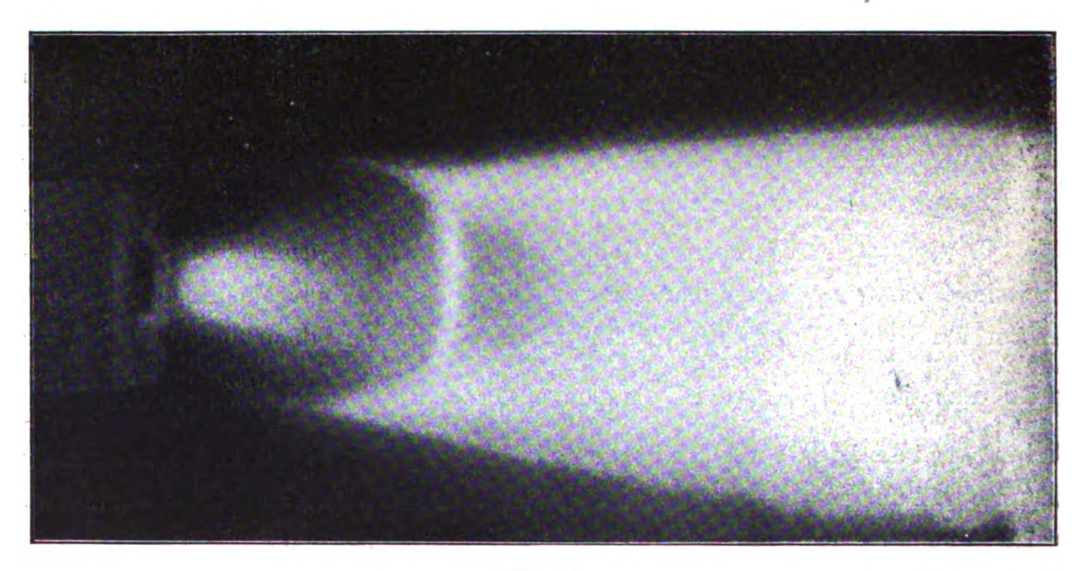


Fig. 8.

Einfache Mündung $\frac{F}{F_m} = 1$. (frühere Düse $\frac{F}{F_m} = 2{,}35$ bis zur engsten Stelle abgehobelt)

$p_1 = 6{,}03$ kg/cm² abs.
$p_2 = 0{,}239$ kg/cm² abs. } nasser Dampf.

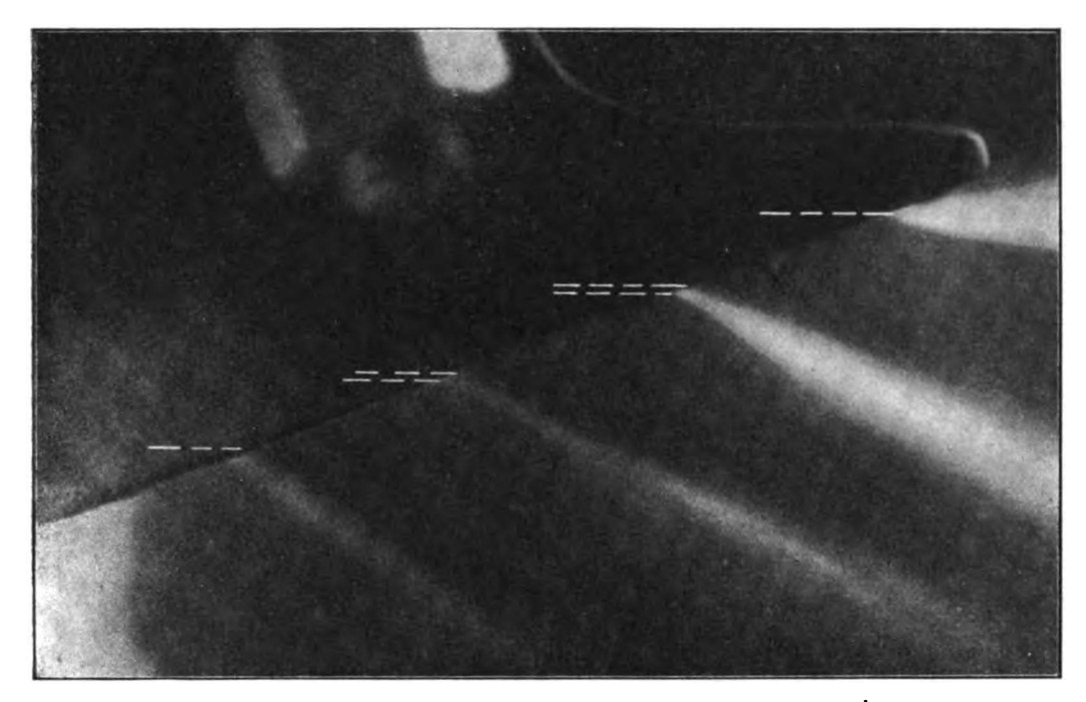


Fig. 9.

Leitapparat $\frac{F}{F_m} = 1$.

$p_1 = 2{,}01$ kg/cm² abs. } nasser Dampf.
$p_2 = 0{,}249$ kg/cm² abs. }

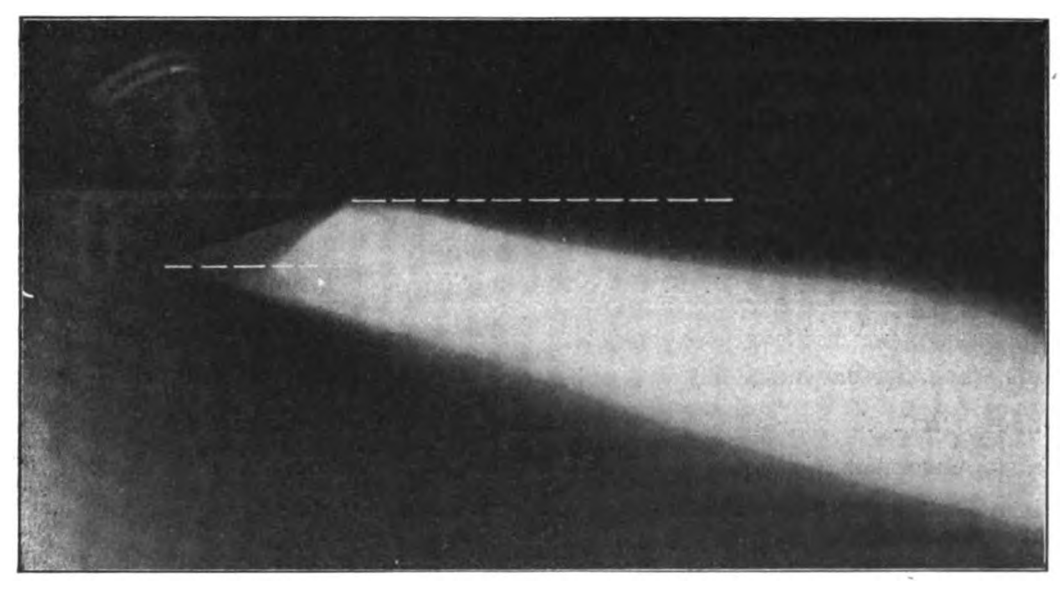


Fig. 10.

Düse $\frac{F}{F_m} = 2{,}63$.

$p_1 = 9{,}9$ kg/cm² abs. } nasser Dampf.
$p_2 = 0{,}323$ kg/cm² abs. }

stigste Anwendungsbereich eines gewöhnlichen Leitapparates mit parallelen Wänden über der sog. kritischen Geschwindigkeit (etwa bei 600 m) liegt (siehe Fig. 2), während man bisher durchweg angenommen hat, daß das Überschreiten der kritischen Geschwindigkeit mit einem gewöhnlichen Leitapparat mit ganz bedeutenden Verlusten verbunden sei, wobei die nachfolgenden Ausführungen allein zugrunde gelegt waren.

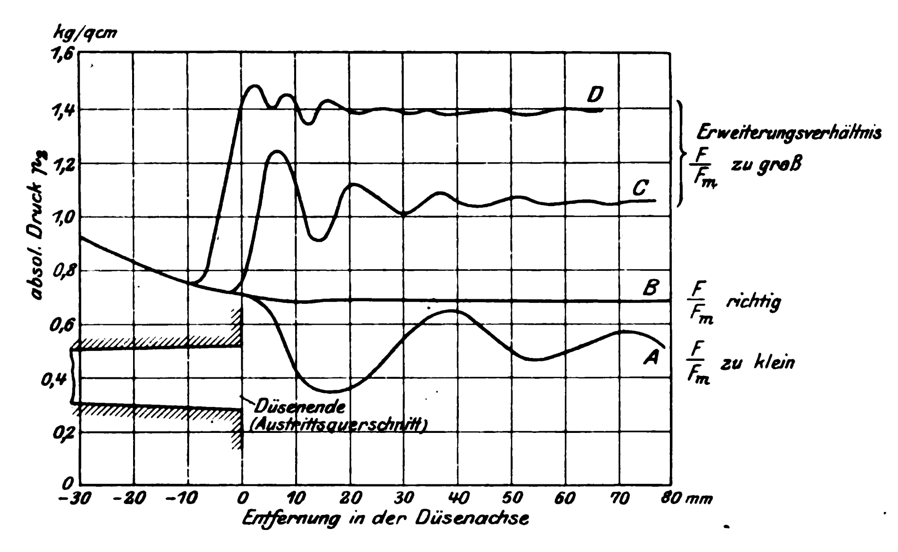


Fig. 11.

Es ergibt sich nämlich aus rein rechnerischer Überlegung*), daß bei Ausströmen eines dampf- oder gasförmigen Körpers aus einer einfachen Mündung der Druck in der engsten Stelle der Mündung niemals kleiner sein kann als der sog. kritische Druck p_m (z. B. für Sattdampf $p_m = 0{,}577\ p_1$), die dazugehörige Geschwindigkeit daher nie größer werden kann als die sog. kritische Geschwindigkeit (Schallgeschwindigkeit) $w_m = \sqrt{g \cdot \varkappa \cdot p_m \cdot v_m}$ (z. B. für Sattdampf rund 425—450 m). Andererseits ist aber bekannt, daß nach Überschreitung dieser kritischen Geschwindigkeit sog. Schallschwingungen auftreten bei Ausströmen in einen Raum, dessen Druck kleiner als der sog. kritische Druck ist (vergl. Fig. 7 u. 8). Es zeigt sich, daß bei einer gewöhnlichen Leitvorrichtung und bei mäßiger Überschreitung der kritischen Geschwindigkeit die auftretenden Schallschwingungen

*) Zeuner, Thermodynamik I.

zunächst den Strahl sehr wenig beeinflussen und daß erst bei sehr starker Überschreitung der Schallgeschwindigkeit größere Unregelmäßigkeiten eintreten. Bei konisch erweiterten Düsen werden bei Überschallgeschwindigkeit die Schallschwingungen überhaupt erst durch ein Hindernis in der Strömung (z. B. mit Grobfeile gerauhte Düsenwand) hervorgerufen, wie aus Fig. 12 ersichtlich ist*).

Die Übertragung der vorstehenden physikalischen Erscheinungen und Gesetze der Thermodynamik auf die im Turbinenbau verwendeten Leitvorrichtungen (Leitapparate und Düsen) ist aber, nach unseren Untersuchungen nicht ohne weiteres angängig. Die im Maschinenbaulaboratorium ausgeführten Versuche haben ergeben, daß es möglich ist, mit einem gewöhnlichen Leitapparat mit parallelen Wänden Geschwindigkeiten zu erreichen, die w e s e n t l i c h über der kritischen

Strahlbild bei rauhen Düsenwänden.

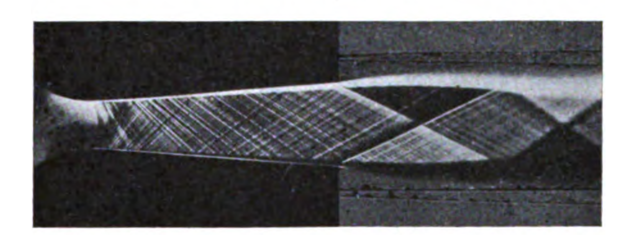


Fig. 12.

liegen, wobei die im Strahl nachweisbaren Schwingungen noch so geringfügig sind, daß der Strahl noch vollständig geschlossen die Mündung verläßt und doch ein höherer Wert von φ erzielt wird, wie bei der kritischen Geschwindigkeit. Die Ursache liegt u. E. darin, daß der gewöhnliche Leitapparat mit parallelen Wänden in seiner gebräuchlichen Ausführungsform als Kanal mit gekrümmter Achse in Wirklichkeit zu Kontraktionserscheinungen Anlaß gibt, so daß dynamisch eine engste Stelle des Strahles entsteht, die kleiner ist, wie der konstante (engste) Querschnitt der Leitvorrichtung. Der gewöhnliche Leitapparat mit dem konstruktiv festgelegten Verhältnis

$$\frac{\text{Austrittsquerschnitt}}{\text{engster Querschnitt}} \quad \frac{F}{F_m} = 1$$

hat also dann in Wirklichkeit den Charakter einer Düse mit $\frac{F}{F_m} > 1$.

Andererseits aber sind die Bestrebungen des Dampfturbinenbaues darauf gerichtet, Leitvorrichtungen mit bester Oberflächenbeschaffenheit zu verwenden,

*) L. Prandtl, Neue Untersuchungen über die strömende Bewegung der Gase und Dämpfe. Physikalische Zeitschrift 1907.



so daß also besondere Strömungshindernisse, die Schwingungen auslösen könnten, innerhalb der Leitvorrichtung praktisch so gut wie nicht vorhanden sind. Mit vorzüglich bearbeiteten und für das herrschende Druckverhältnis richtig bemessenen Düsen lassen sich also bedeutende Überschallgeschwindigkeiten ohne störende Schwingungen erreichen. Aus diesem Grunde spielen diese Schwingungserscheinungen für den Turbinenbau überhaupt nur eine untergeordnete Rolle, solange man sich auf die Strömung in der Leitvorrichtung einstweilen beschränkt. Viel nachteiliger sind bei den fast ausschließlich verwendeten schräg abgeschnittenen Düsen die unter Umständen sehr erheblichen Strahlablenkungen aus der geometrischen Achse der Düse bei Spaltexpansion.

Betrachtet man außerdem noch den Verlauf der Kurven I, II, III Fig. 2, so ist daraus noch zu entnehmen, daß, wie bereits erwähnt, das Maximum von φ mit zunehmender Geschwindigkeit steigt, und ferner der Verlauf der φ-Kurve am Maximum aber immer spitzer wird, je größer das Erweiterungsverhältnis der zugehörigen Leitvorrichtung ist. Die Kurve I (Leitapparat mit parallelen Wänden $\frac{F}{F_m} = 1$) hat einen sehr flachen Verlauf, während die Kurven II und III (für Düse $\frac{F}{F_m} = 2{,}35$ bezw. 6,28) einen immer spitzer werdenden Verlauf nehmen. Daraus folgt also weiter, daß eine Düse mit konischer Erweiterung gegen Änderungen des Wärmegefälles, für das sie gebaut ist, bedeutend empfindlicher ist als ein gewöhnlicher Leitapparat, und um so empfindlicher wird, je grösser das Expansionsverhältnis ist. Diese Frage ist besonders bei der Regulierung der Dampfturbinen von Bedeutung.

Endlich möchte ich noch mit kurzen Worten das Verhalten des sog. Geschwindigkeitskoeffizienten ψ der Laufschaufel streifen. Bekanntlich wird beim Durchfließen der Laufschaufel des Turbinenrades die anfängliche Geschwindigkeit w_1 auf den kleineren Betrag w_2 verringert durch die vorhandenen Widerstände (Reibung an den Oberflächen, innere Dampfreibung, Stoß- und Umlenkungsverluste und so fort). Die Gesamtheit aller dieser Verluste wird ausgedrückt durch den Geschwindigkeitskoeffizienten $\psi = \frac{w_2}{w_1}$. Auch über diesen Wert ist man nur recht mangelhaft unterrichtet, besonders, da eine ganze Reihe von Faktoren erheblichen Einfluß auf seine Größe haben. Das allgemeine Strömungsgesetz für das Verhalten dieses Koeffizienten ψ der Laufschaufeln nach den im hiesigen Maschinenlaboratorium ausgeführten Forschungen ist in Fig. 13 dargestellt. Diese haben immer ergeben, daß das Maximum des Koeffizienten in unmittelbarer Nähe der Schallge-

schwindigkeit des durchströmenden Mediums auftritt. Diese Tatsache ist um so bemerkenswerter, als die Schallgeschwindigkeit des Mediums hier eine ganz ausgeprägte Rolle spielt; wir finden dies ganz natürlich, da im Turbinenbau die Laufschaufeln wohl das größte, aber auch ganz unvermeidliche Hindernis in der Dampfströmung bilden, und daher alle Erscheinungen, wie sie von einer ganzen Reihe von Experimentatoren (Stodola, Prandtl usf.) gefunden wurden, hier zur eigentlichen Geltung kommen.

Überblickt man die angeführten Ergebnisse, so ist man erstaunt über die Vielheit der Faktoren, welche einen meßbaren Einfluß auf das Verhalten der Verlust-Koeffizienten in der Dampfströmung ausüben; ich erwähne hierbei noch

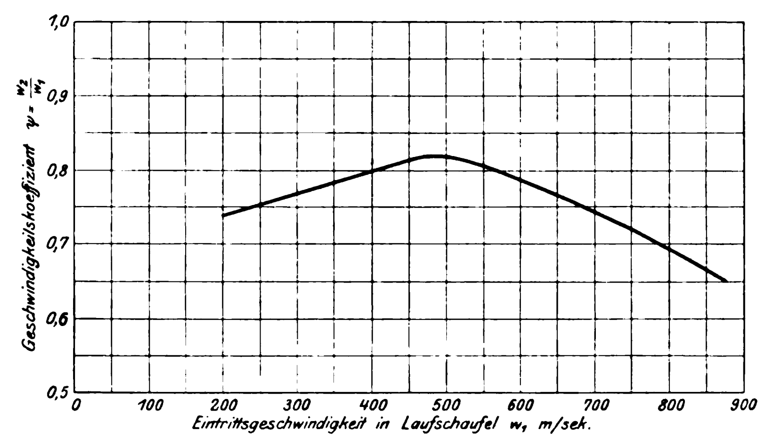


Fig. 13.

insbesondere den Einfluß von wechselndem Anfangsdruck p_1 und der Temperatur t_1. Auch die Veränderung obiger Zahlenwerte mit anderer Ausführungsform und verschiedener Oberflächenbeschaffenheit usf. ist bis jetzt noch nicht durch allgemeine Zahlenreihen anzugeben, sondern es muß dies noch weiteren Forschungen vorbehalten bleiben.

Insbesondere ist es aber nun leicht erklärlich, daß etwaige Versuche an fertigen Maschinen, wie sie auf den Prüf- und Probierständen der großen Fabriken zu Tausenden ausgeführt werden, über alle diese Erscheinungen im einzelnen nur recht mangelhaften Aufschluß geben können. Es treten hier bei veränderten Betriebsbedingungen immer gleichzeitig mehrere (bis 6 und mehr) Unbekannte auf und das Gesamtergebnis ist so verschleiert und die Begründung der Ergebnisse daher von subjektiver Auffassung abhängig oder überhaupt unmöglich.

Deutlicher noch tritt diese Erscheinung hervor in dem fortwährenden Ändern der Hauptabmessungen der Turbinen, in der fortwährenden Abänderung der Stufenzahlen, in dem Wechseln der Systeme usf.

Deshalb möchte ich besonders auf den Wert dieser Versuche an den einzelnen Elementen hinweisen, die an sich zwar auch teuer und zeitraubend sind, aber weitaus nicht die Kosten mehrfacher Modelländerungen in kurzen Zeiträumen erreichen.

Die Erkenntnis der Strömungsvorgänge ist durch die in ihren Ergebnissen im großen und ganzen nur ganz kurz angedeuteten Versuche ein hübsches Stück gefördert worden, sie ist aber bei weitem noch nicht abgeschlossen. Insbesondere bedarf es noch weiterer Versuche, wodurch die am ruhenden Apparat gewonnenen Ergebnisse am rotierenden Apparat fernerhin studiert werden. Hierzu sind die Vorbereitungen auch bereits getroffen.

Anwendung auf den Dampfturbinenbau. Bezüglich Anwendung der obigen neuen Forschungsergebnisse über die Dampfströmung auf den Dampfturbinenbau möge folgendes ausgeführt werden, da die Möglichkeit einer thermischen Verbesserung der jetzt bestehenden Turbinensysteme unter gleichzeitiger Vereinfachung und Verringerung der Herstellungskosten usf. gegeben ist. Die ganze Entwicklung der Turbinen wird nun wohl darauf hinausgehen, daß für mittlere und größere Leistungen Turbinen mit nur wenigen Druck- oder Überdruckstufen in Betracht kommen. Die vorliegenden Forschungen stehen dabei im Einklang mit den bisherigen Erfahrungen des praktischen Turbinenbaues insofern, als die zunehmende Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Turbinen in den letzten Jahren durch fortwährende Verminderung der Stufenzahlen erreicht worden ist, welch letztere ein äußeres Kennzeichen für die etwa verwendeten Dampfgeschwindigkeiten sind.

Es ist versucht worden, diese Erkenntnis in der Fig. 14 in Bezug auf die gebräuchlichsten Turbinensysteme hinsichtlich Beurteilung ihrer thermischen und wirtschaftlichen Verhältnisse zur Darstellung zu bringen. Als Abszisse ist aufgetragen die theoretische Austrittsgeschwindigkeit aus der Leitvorrichtung c_0 bezw. die relative Eintrittsgeschwindigkeit in die Laufschaufel w_1 (vergl. Geschwindigkeitsplan). Als Ordinaten sind die maximal erreichbaren Werte der Geschwindigkeitskoeffizienten φ bezw. ψ bei verschiedenen Drucken p_1 bezw. p'_1. Durch die eingetragenen Schräglinien sind zusammengehörige Werte von φ und ψ bei einem gebräuchlichen Wert $\frac{u}{c_0}$ = rd. 0,35 kenntlich gemacht. Am Kopfe des Schaubildes sind außerdem noch die ungefähren Grenzbereiche der Austrittsgeschwindigkeit aus der Leitvorrichtung der gebräuchlichsten Systeme ohne Geschwindigkeitsstufung nebst Angabe der zugehörigen Stufenzahlen eingetragen, ferner sind noch schätzungsweise Schaubilder über die Herstellungskosten angegeben. Ich beschränke



mich nun in den folgenden Ausführungen ausschließlich auf die Turbinen ohne Geschwindigkeitsstufung, die ja vom Standpunkt des maximal erreichbaren Wirkungsgrades allein in Betracht kommen. Die hauptsächlichsten Vertreter dieses Systems sind bekanntlich die Zoelly- und Rateauturbine, bezw. der Niederdruckteil der kombinierten Systeme, nämlich der AEG-, MAN- und Bergmannturbine.

Für die Druckturbinen findet man bei den neuesten normalen Ausführungen ungefähr folgende Verhältnisse:

Leistung in PS	Tourenzahl pro Min.	Stufenzahl *) normal	mittl. Wärmegefälle**) pro Stufe	mittl. theor. Ausflußgeschw. c_0
bis 3 000	3000	8 (— 10)	27,5 (— 22)	480 (— 430)
1500— 7 500	1500	12	18,4	393
5000—10 000	1000	16	13,8	340
7500—18 000	750	20	11,0	303

Es sind also insbesondere bei größeren Leistungen von etwa 2000 PS aufwärts mittlere theoretische Ausflußgeschwindigkeiten c_0 aus dem Leitapparat in der Größe von etwa 300—400 m vorhanden. Diese Geschwindigkeiten liegen aber nach unseren Versuchen noch auf dem abfallenden Ast der Kurven $\varphi = f\,(c_0)$ und $\psi = f.\,(w_1)$. Ein Blick auf die Fig. 14 lehrt, daß im Leitapparat und in der Laufschaufelung eine Verbesserung der Koeffizienten φ bezw. ψ um 2—4 % (also 4—8 % Energiegewinn) möglich ist. Die besten Verhältnisse dürften also mit Geschwindigkeiten von rund 500 bis 700 m/sec. bei Austritt aus der Leitvorrichtung oder, auf den Dampfturbinenbau übertragen, mit 6 bis höchstens 8 Stufen je nach der weiteren Verwertung der Austrittsgeschwindigkeit aus dem vorhergehenden Laufrad erreicht werden. Während z. B. Fig. 15 eine Zoellyturbine neuester Ausführung mit 12 Rädern (Leistung 1000 ÷ 5000 KW, n = 1500 Uml./min.) darstellt, würde man eine Druckturbine auf Grund der neuen Anschauungen nur mit 6 Rädern ausführen, wie sie in Fig. 16 veranschaulicht ist. Die zugehörige Umfangsgeschwindigkeit liegt dann in den Grenzen von 200—220 m, deren Beherrschung nach dem heutigen Stand des Dampfturbinenbaues keine Schwierigkeiten verursachen wird, nachdem man bereits mit zweikränzigen Laufrädern schon an Werte bis rund 200 m herangegangen ist. Endlich ist noch zu berücksichtigen, daß dabei auch die verwendeten Schaufellängen bei gleicher Leistung rund halb

*) Hütte 1911.

**) Verfügbares Wärmegefälle der ganzen Turbine rd. 220 WE, entsprechend z. B. Druck vor Turbine 12 Atm Überdruck, Dampftemperatur 300° C., Vac. rd. 95 %.

so groß werden, da ja höhere Durchflußgeschwindigkeiten vorhanden sind. Es ist ferner möglich, hierdurch die höchst erreichbaren Vakua besser auszunutzen. Die Baulänge der Turbine und ebenso die Entfernung der Haupttraglager verringern sich ganz erheblich; die Welle kann dadurch schwächer gehalten werden, wobei trotzdem die Betriebsdrehzahl unterhalb der sog. kritischen Umdrehungs-

Übersicht der thermischen und wirtschaftlichen Verhältnisse der verschiedenen Turbinensysteme.

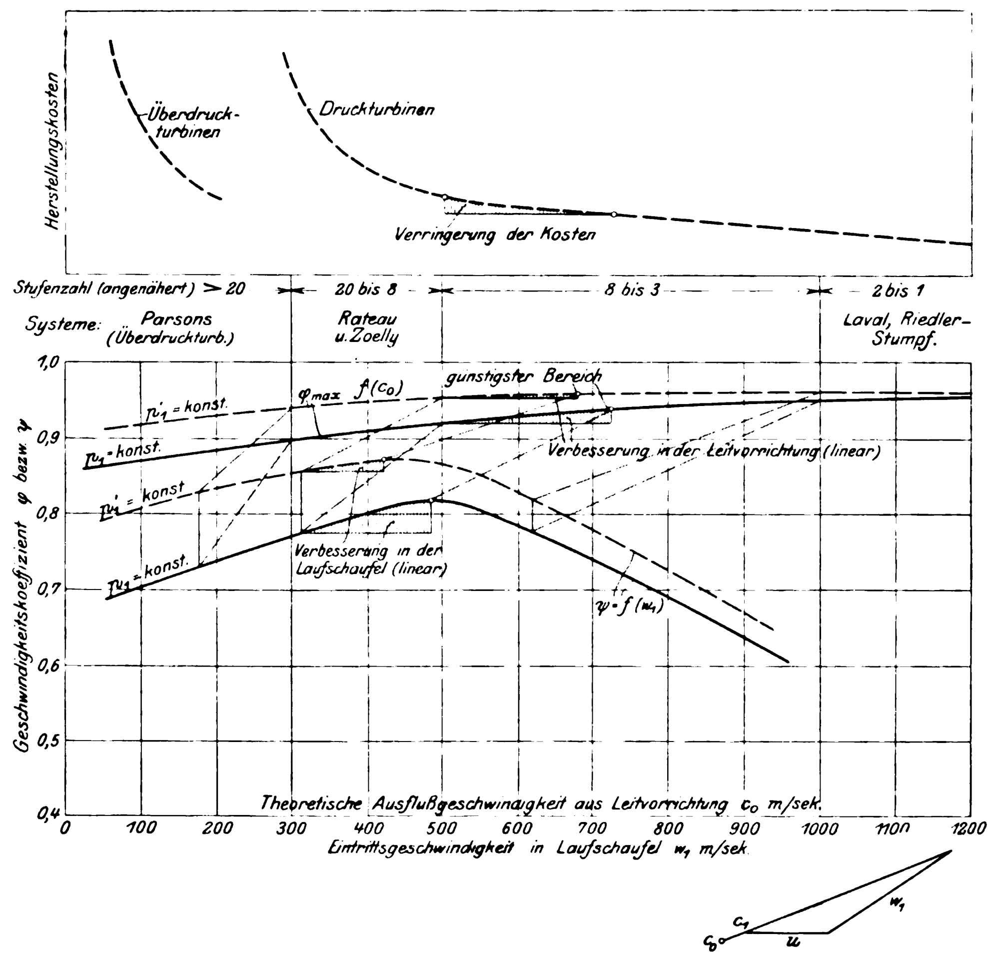


Fig. 14.

zahl der Welle zu liegen kommt. Die Verminderung des Wellendurchmessers hat ferner einen günstigen Einfluß auf die Undichtigkeitsverluste an den Naben der Laufräder. Endlich ist diese verkürzte Turbine für eine erheblich größere Leistung ausbaufähig. Man kann somit fast alle Verhältnisse durchweg günstig beeinflussen, wie ja überhaupt die Entwicklung der Landturbinen darauf hinausgeht, auch für große Einheiten die höchst möglichen Tourenzahlen zu erreichen.

Neuere Zoelly-Dampfturbine (12 Druckstufen) 1000 ÷ 5000 KW; n = 1500.

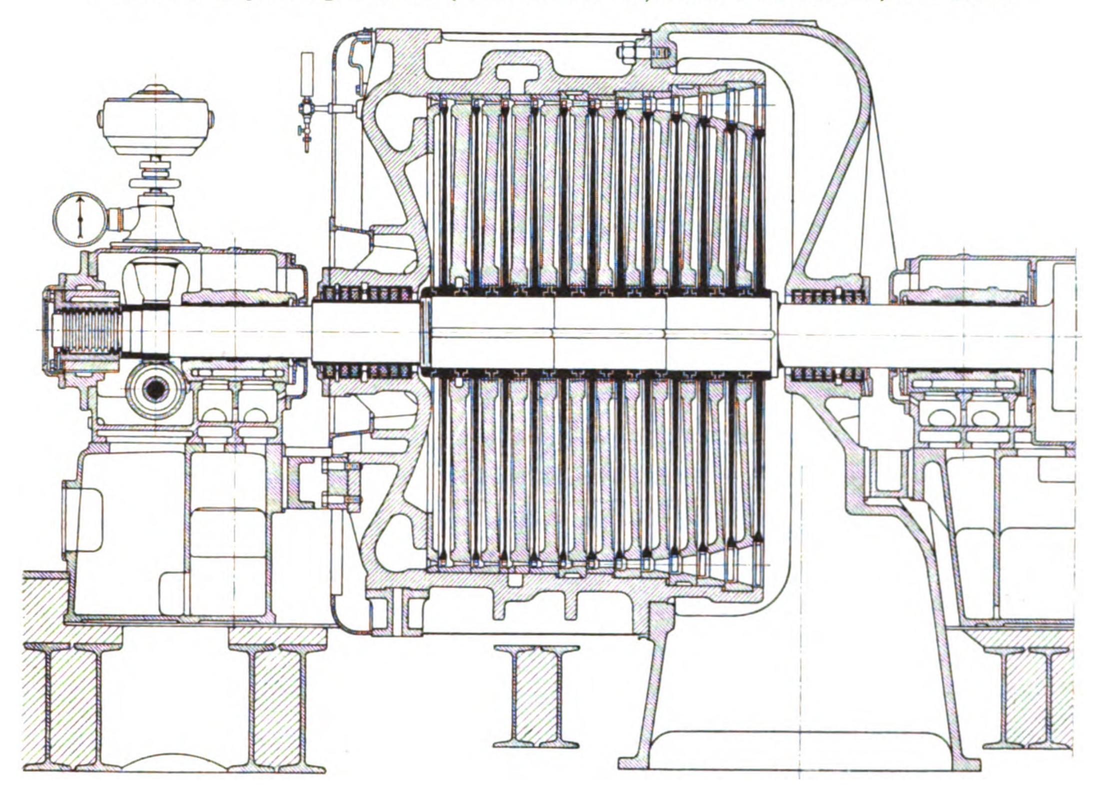


Fig. 15.

Verkürzte Dampfturbine (6 Druckstufen).

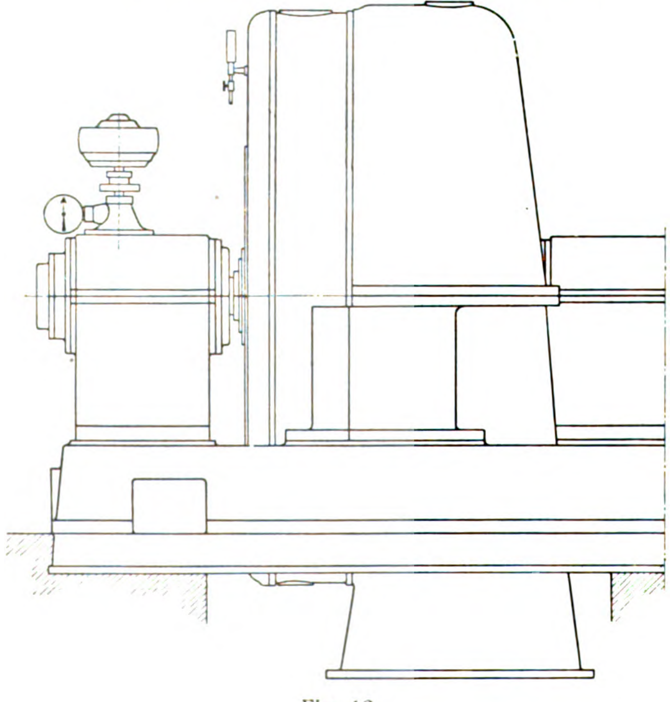


Fig. 16.

Schließlich möchte ich noch mit einigen Worten eingehen auf das Verhalten einer Turbine bei veränderlichen Betriebsbedingungen, also insbesondere bei Regelung derselben. Ich erläutere diese Vorgänge an dem Beispiel einer ausgeführten Maschine und entnehme die folgenden Daten aus H. Baer, Regelung von Dampfturbinen und ihr Einfluß auf die Energieentwicklung in den einzelnen Druckstufen. Diese Arbeit ermöglicht eine vollständige Übersicht über das allgemeine Verhalten der Turbine. Es ist daraus zu entnehmen, daß bei Entlastung und Füllungsregelung der Turbine (Abschalten von einzelnen Düsen) eine erhebliche Leistungskonzentration auf den Hochdruckteil erfolgt. Die ungefähren Werte über die dabei zur Verfügung stehenden Wärmegefälle in der ersten Stufe der von Prof. Baer untersuchten AEG-Turbine 3000 KW, 1500 Umdrehungen pro Minute (Bauart: 1 Druckstufe mit Curtisrad, 9 einfache Druckstufen), sind aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Unter der Annahme, daß die Düse gerade für das bei Vollast vorhandene Druckverhältnis richtig bemessen ist und in den folgenden Stufen keine Änderung der Durchflußquerschnitte durch besondere Regelorgane stattfindet, würden sich, da bisher ausschließlich Düsen mit Schrägabschnitt verwendet wurden, rechnungsmäßig etwa folgende in Spalte 4 angegebenen Strahlablenkungen ω ergeben (siehe Fig. 10), wodurch dann die Gefahr besteht, daß bei fortschreitender Entlastung der Turbine ganz erhebliche Stöße auf den Rücken der Laufschaufel auftreten, wie in Fig. 17 beispielsweise zur Darstellung gebracht ist.

Leistung der Turbine	Wärmegefälle in Stufe I W. E.	Theoretische Dampf-Geschwindigkeit m/sec.	Strahlablenkung ω in Graden
1/1	65	737	0
3/4	84	840	6
1/2	101	920	14
1/4	120	1000	31

Die eintretende Verschlechterung des Gütegrades infolge Verminderung des Wertes $\frac{u}{c_0}$ sowie der gleichzeitigen Strahlablenkung ω wird dann bei verkleinerter Leistung doppelt unangenehm empfunden, da außerdem alle übrigen Verluste prozentual zunehmen. Genaue Angaben lassen sich aber nur dann geben, wenn alle Abmessungen der Düsen und Schaufeln, des Spaltes u.s.f. gegeben sind, was weiteren Untersuchungen vorbehalten bleibt. Günstiger bezüglich der Leistungsverteilung verhält sich die Drosselregelung, wobei das zur Verfügung



stehende adiabatische Wärmegefälle in der ersten Stufe innerhalb weiter Grenzen fast unverändert bleibt und in den folgenden Stufen ganz allmählich abnimmt.

Weiterhin ist noch zu erwähnen, daß alle Turbinen, bei denen ausgesprochen erweiterte Düsen als Leitvorrichtung verwendet werden, sich in bezug auf die Regelung ungünstiger verhalten, da die Düsen gegen Veränderung des Druckgefälles, wie bereits früher erwähnt, sehr empfindlich sind (siehe Fig. 2 Kurve II und III). Dagegen verhalten sich Turbinen, bei denen gewöhnliche Leitapparate mit parallelen Wänden verwendet werden, infolge des flachen Verlaufes der Kurve $\varphi = f(w_0)$ (siehe Fig. 2 Kurve I) bedeutend günstiger, so daß in diesem

Verhalten der Hochdruckstufe einer Druckturbine bei reiner Füllungsregelung.

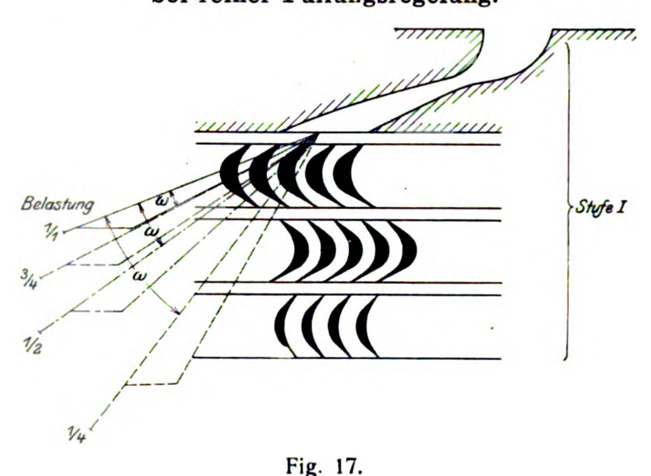


Fig. 17.

Falle die konstruktiv einfache Drosselregulierung sich als besonders vorteilhaft erweist, was sich bei den bisherigen Druckturbinen mehrfach bestätigt hat*).

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, daß die jetzigen schnelllaufenden Turbinen für Landzwecke in praktischer und thermischer Beziehung verbesserungsfähig sind. Eine Übersicht der bis jetzt gemessenen Gütegrade bei den verschiedenen Großdampfturbinen gibt Fig. 18**). Nach den heute mitgeteilten neueren Forschungsergebnissen scheinen aber Gütegrade für die besten Großdampfturbinen in der Größenordnung von 0,75 bis 0,78 wohl erreichbar.

Gleichzeitig erhellt, daß die langsamlaufenden vielstufigen Druck- und Überdruckturbinen, welche sich bisher als Schiffsturbinen mit gutem Erfolg eingeführt haben, wohl konstruktiv noch verbessert werden können, daß aber

*) Keller, Neuere Zoellyturbinen, Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1911.

**) Nach Josse, Neuere Kraftanlagen, 2. Auflage.



alle Bestrebungen, eine Erhöhung des thermodynamischen Gütegrades $\eta_g > 0{,}65$ zu erreichen, wegen der eigenartigen Strömungsgrundlagen als aussichtslos zu bezeichnen sind. Es ist dieses Ergebnis mit um so größerem Bedauern aufzunehmen, als es sich gerade hier um die größten Turbinenleistungen handelt, wobei ein Gewinn von rund 10 % und mehr doch sehr hoch zu veranschlagen wäre. Da aber raschlaufende Turbinen größter Leistung und bester Wirtschaftlichkeit gerade für ein Schiff mit Rücksicht auf die wesentliche Verringerung der Kosten des Raum- und Gewichtsbedarfs von ganz erheblichem Vorteil sind, so dürfte insbesondere in Zukunft auch den Bestrebungen für Verbesserungen auf dem

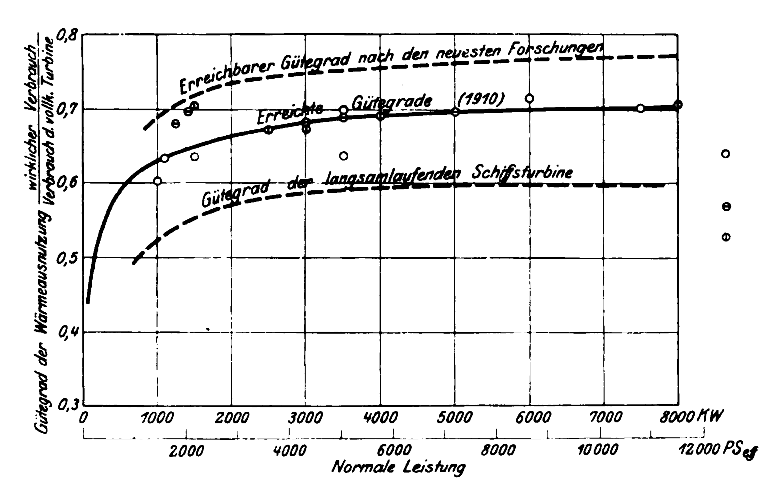


Fig. 18.

Gebiete von rationellen Übersetzungsgetrieben zwischen Turbine und Propeller, sei es auf mechanische (Laval, Westinghouse, Duffing), hydraulische (Föttinger) oder elektrische Art, eine größere Beachtung zu schenken sein, als es bis jetzt geschehen ist.

Nach mir zugegangenen Mitteilungen von Herrn Prof. Föttinger werden für größere hydraulische Transformatoren von 1,5 m Durchmesser und darüber, insbesondere für Turbinenantrieb, nach neueren Versuchen erreichbare Wirkungsgrade von 88—91 % bei rund sechs- bis vierfacher Übersetzung garantiert. Schon bei Leistungen von 600 PS an wurde auf dem Prüfstand bei rund vierfacher Übersetzung ein Wirkungsgrad von 88,2 % gemessen. Diese erreichbaren hohen Wirkungsgrade zeigen, daß inzwischen auch die hydraulische Transformation eine sehr beachtenswerte Vollkommenheit erreicht hat.



Es ist daher nachfolgend ein Vergleich zusammengestellt über die erreichbaren mittleren Wirkungsgrade je nach Art des Propellerantriebes:

1. Direkter Antrieb.

Gütegrad der langsamlaufenden vielstufigen Turbine . . .	η_g	$= 0{,}60$
Wirkungsgrad der raschlaufenden Schraube	η_p	$= 0{,}65$
folglich Gesamtwirkungsgrad	η	$= 0{,}39$

2. Antrieb mit Föttinger-Transformator.

		Stand 1909*)	Nach obigen Forschungen erreichbar
Schnellaufende Dampfturbine . .	η_g	$= 0{,}65$	0,75 – 0,78
Transformator	η_t	$= 0{,}80$	0,85 – 0,90**)
Wirkungsgrad der langsam laufenden Schraube	η_p	$= 0{,}78$	0,78
folglich Gesamtwirkungsgrad . .	η	$= 0{,}41$	0,50 – 0,54

Während nun nach dem Stand 1909 bei nahezu gleichem Gesamtwirkungsgrad der beiden Propellerantriebsarten lediglich die erreichbaren praktischen Vorteile für die Einführung des Transformators gesprochen haben, so tritt heute ein neues wirtschaftliches Moment hinzu, da obige Zusammenstellung zeigt, daß bei gleichem Dampfverbrauch mit nach neuen Gesichtspunkten gebauten Turbinen und Transformatoren sich eine mittlere Leistungserhöhung von rund 30 % gegenüber direktem Propellerantrieb durch die noch üblichen langsam laufenden, vielstufigen Turbinen ergeben würde.

B. Kondensationen.

Während man in der Dampfturbine die Strömungsenergie des Dampfstrahls durch das Laufrad in mechanische Arbeit verwandelt, kann man die Strahlwirkung in sogenannten Strahlmaschinen auch zum Ansaugen und Komprimieren von Gasen und Dämpfen ausnutzen. Dies ergibt höchst einfache und betriebssichere Anordnungen.

Unter Mitwirkung von Herrn Dr.-Ing. Gensecke habe ich nun seit einigen Jahren mit Erfolg versucht, dieses Prinzip zunächst zur Abführung der gasförmigen

*) Aus Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

**) Bei rund zehn- bis fünffacher Übersetzung.



Kondensationsprodukte aus Kondensatoren auszubilden, und es ist uns gelungen, damit sehr einfache Kondensationsanlagen zu schaffen. Wir verwenden dazu in erster Linie das strömende Kühlwasser, für welches bei Oberflächenkondensationen ohnedies eine Zirkulationspumpe vorhanden sein muß, ferner in gewissen Fällen einen Dampfstrahl in Verbindung mit dem Kühlwasserstrom oder einen Dampfstrahl allein.

Die Spannungsenergie des strömenden Mediums verwandeln wir zunächst in bekannter Weise durch eine Düse in Strömungsenergie. Aus den oben erwähnten Versuchen über die Strömung erhellt, daß dies bei Dampf mit sehr hohem Nutzeffekt möglich ist. Ebenso liegen die Verhältnisse bei Wasser. Das aus dem Kondensator zu entfernende Luft- und Dampfvolumen mischen wir mit dem strömenden Medium, was einem unelastischen Stoß entspricht und daher auch als Störung des Strömungsvorgangs aufzufassen ist, die eine Geschwindigkeitsverminderung zur Folge hat. Da wir den ganzen Kühlwasserstrom, also eine sehr große Wassermenge im Verhältnis zur abzusaugenden Gasmenge, verwenden, so ist die Einbuße an Geschwindigkeit durch die Mischung sehr gering. Der Vorteil der Verwendung der ganzen Kühlwassermenge liegt in den dann zur Verfügung stehenden großen Querschnitten, die sich nicht verstopfen können, und in einer mäßigen Strömungsgeschwindigkeit, während bei anderen Strahlabsaugungen geringe Wassermengen mit sehr hohen Geschwindigkeiten angewendet werden, die dann nicht nur kleine Öffnungen erfordern, die sich leicht verstopfen, sondern auch eine besondere Pumpe zur Erzeugung des Strahles benötigen. Wir benutzen nur die ohnedies vorhandene Kühlwasserumlaufpumpe. Nach der erfolgten Mischung verwandeln wir durch einen Diffusor die Strömungsenergie wieder in Spannungsenergie, die das Medium befähigt, einen gewissen Druck zu überwinden.

Wenn auch das Prinzip der Strahlförderung und der Verwendung des Kühlwassers dazu schon länger bekannt ist, so hängt ihre wirtschaftliche Brauchbarkeit doch von einer gewissen Leistungsfähigkeit ab. Der Wirkungsgrad einer Düse kann nach den vorhergehenden Ausführungen sehr hoch genommen werden, der des Diffusors dagegen ist bis jetzt sehr schlecht gewesen.

Es ist uns gelungen, den Diffusorwirkungsgrad durch geeignete Ausbildung und Abmessungen so weit zu steigern, daß die Umsetzung in Spannungsenergie mit verhältnismäßig geringen Verlusten möglich ist. Dies setzt uns in den Stand, mit dem Diffusor erhebliche Druckgefälle zu überwinden. Wir waren daher als erste in der Lage, den aus dem Diffusor austretenden, mit der abgesaugten Luft beladenen Kühlwasserstrom ohne weiteres nicht nur durch den Kondensator hindurchzujagen, sondern das Kühlwasser auch auf Rückkühlwerke usw. hochzu-



drücken. Eine solche Einrichtung erfordert bei derselben abgeführten Luftmenge jedenfalls nicht mehr Energie als rotierende Luftpumpen und ist von sonst nicht erreichter Einfachheit und Betriebssicherheit.

Wie schon erwähnt, kann man eine gewisse Luftmenge aus dem Vakuum abführen, indem man entweder einer kleinen Wassermenge eine sehr große Geschwindigkeit gibt, oder indem man eine große Wassermenge mit geringerer Geschwindigkeit strömen läßt. Der erstere Weg wird von den rotierenden Pumpensystemen befolgt, die dadurch den Nachteil kleiner Strömungsquerschnitte und besonderer rotierender Maschinen zur Erzeugung der Strahlgeschwindigkeit in den Kauf nehmen müssen. Die rotierenden Pumpen, die ihr Betriebswasser ansaugen, versagen außerdem beim Sinken des Vakuums unter einen gewissen Betrag dadurch, daß die Wassersäule abreißt. Dies ist bei unserer Einrichtung vollständig ausgeschlossen. Außerdem lassen sie das Arbeitswasser zirkulieren, wodurch sich dasselbe erwärmt, so daß der Einbau von besonderen Kühleinrichtungen für das Wasser notwendig wird.

In Fig. 19 ist eine Oberflächenkondensation unseres Systems mit Luftabführung ausschließlich durch das strömende Kühlwasser dargestellt. Es sind ein oder mehrere Kühlrohre zur Strahlförderung ausgebildet, wodurch man praktisch ohne jede Luftleitung und ohne jeden Spannungsverlust die Luft aus dem Oberflächenkondensator unmittelbar an der geeignetsten, d. h. an der kältesten Stelle abzuführen vermag. Man kann selbstverständlich den Strahlapparat auch in die Kühlwasserdruckleitung vor oder hinter dem Kondensator einschalten. Bei geeigneter Abmessung des Kühlwasseraustrittsrohres ist es auch möglich, trotz der Beimischung von Luft, die Saugwirkung des abfallenden Kühlwassers auszunutzen.

Dieses System ergibt, wie Fig. 19 erkennen läßt, eine außerordentlich einfache Anordnung. Man hat nur eine ohnedies notwendige Kühlwasserzirkulationspumpe, die infolge der Einschaltung der Strahlförderung etwas höheren Druck zu überwinden hat, eine Kondensatpumpe und den Antriebsmotor. Dadurch, daß mit Rücksicht auf die Strahlförderung der Druck des Kühlwassers erhöht werden muß, ist es möglich, die Umdrehungszahl und den Wirkungsgrad der Zirkulationspumpe zu erhöhen und sie dadurch mit einem raschlaufenden Elektromotor zu kuppeln.

Fig. 20 zeigt eine nach dieser Anordnung von Schwarz & Co., Dortmund, ausgeführte Oberflächenkondensation, die bei der Firma Theodor Hildebrand & Sohn, Berlin, im Betrieb ist.

Bei einer in normalem Betrieb befindlichen Dampfturbine, bei welcher die Stopfbüchsen ordnungsmäßig gedichtet sind, reicht diese Einrichtung bei einem

mäßigen Kraftverbrauch zur Abführung der Luft selbst aus dem höchsten Vakuum vollkommen aus. Die Einrichtung ist außerordentlich einfach. Sobald die Zentri-

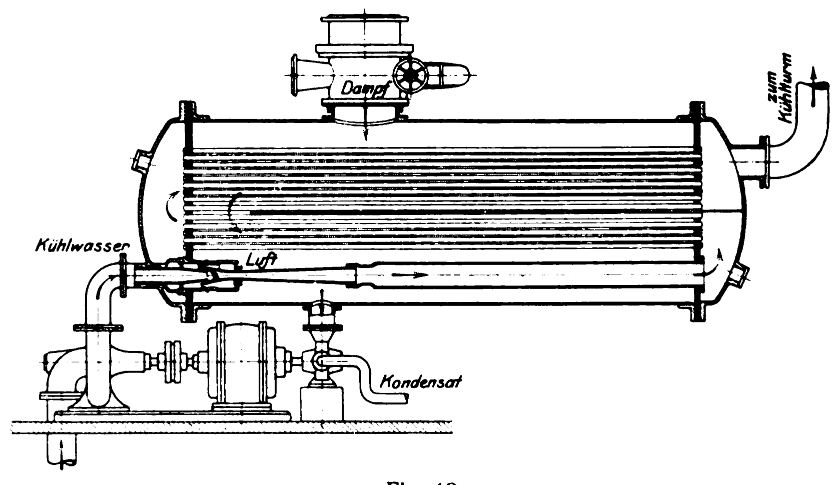


Fig. 19.

Kondensation einer 250 KW Parsonsturbine, Hildebrand Berlin.

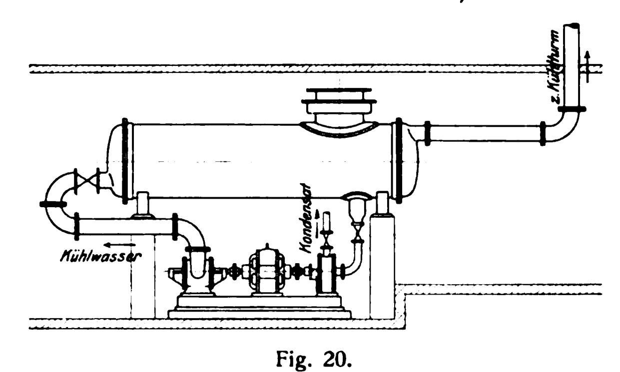


Fig. 20.

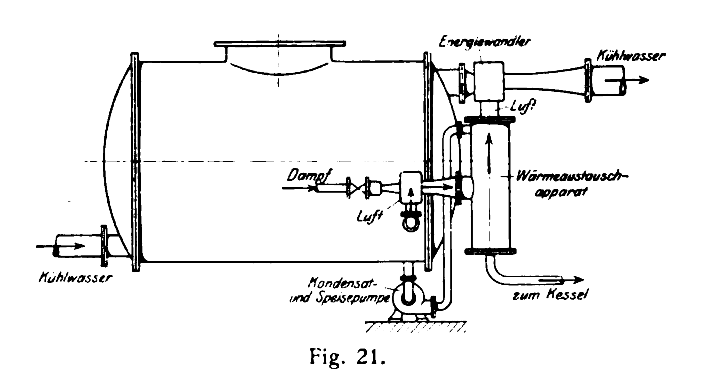


Fig. 21.

fugalpumpe anläuft, beginnt das Absaugen der Luft. Größerer Lufteinfall bewirk wohl ein Sinken des Vakuums, aber kein Abreißen der Luftförderungseinrichtung.

Es gibt aber in der Praxis zahlreiche Kondensationsanlagen, bei denen infolge besonderer Betriebsverhältnisse zeitweise größere Luftmengen abzuführen sind; beispielsweise bei Abdampfturbinen, Zentralkondensationen, ungenügender Ausführung der Dichtungen und Leitungen und dergl.

Wenn es auch möglich ist, diese Luftmengen durch den Kühlwasserstrom abzuführen, indem man die Strömungsenergie des Wasserstrahles steigert, so führt dies doch dazu, daß für den Betrieb dauernd die Energie aufgewendet werden muß, welche für das Maximum der abzuführenden Luft in Betracht kommt.

Häufig wird nun die Kühlwasserumlaufpumpe durch eine Hilfsdampfturbine angetrieben, die etwa 7—10 % des Dampfverbrauchs der Hauptturbine benötigt, und deren Abdampf daher zur Vorwärmung oder in der Niederdruckstufe der Hauptturbine noch ausgenutzt wird. Letzteres ist zwar eine wirtschaftlich richtige Maßnahme, stellt aber die Exaktheit der Regulierung bei schwacher Belastung der Hauptturbine in Frage, da diese Dampfmenge der Einwirkung des Regulators entzogen ist.

Wir benutzen nun einen kleinen Teil des Abdampfes dieser Hilfsturbine, oder wenn eine solche nicht vorhanden, zapfen wir Dampf von etwa atmosphärischer Pressung an der Hauptturbine ab, um zunächst durch einen Dampfstrom die Luft aus dem Oberflächenkondensator abzusaugen, vorzukomprimieren und in einen Zwischenbehälter zu fördern. In diesem Zwischenbehälter trennen wir Luft und Dampf dadurch, daß wir den Dampf mittels des aus dem Turbinenkondensator abgeführten Kondensates kondensieren, während wir die vorkomprimierte und dadurch auf ein kleineres Volumen gebrachte Luft in der oben beschriebenen Weise mit dem Kühlwasserstrom in die Atmosphäre abführen. Hierdurch können wir die für die Wasserförderung benötigte Energie, selbst wenn zeitweise große Luftmengen gefördert werden müssen, auf ein sehr geringes Maß beschränken. Durch die Veränderung der dem Dampfstrahlapparat zugeführten Dampfmenge ist man außerdem in der Lage, sich den jeweilig abzuführenden Luftmengen bezw. den Betriebsverhältnissen anzupassen. Dabei erfordert der Betrieb der Dampfstrahlförderung praktisch keinen Energieaufwand, weil die latente Wärme des hierzu benötigten Dampfes an das ohnedies in den Kessel zurückgespeiste Kondensat abgegeben wird. Die Verwendung von Abdampf in der soeben beschriebenen Weise ist demnach thermisch vorteilhafter als das Einführen in die Niederdruckstufe der Hauptturbine. Durch richtige Dimensionierung des Dampfstrahlapparates ist es möglich, mit etwa 1,5 bis 2 % des normalen Dampfverbrauches der Hauptdampfturbine gewaltige Luftmengen aus dem Kondensator abzusaugen. Die Erwärmung des Kondensates beträgt dabei



etwa 10°—15°, so daß bei Vollast die Kondensattemperatur noch unter 40° bleibt, welche Temperatur man als notwendige untere Grenze für den Eintritt in den

3000 KW Anlage Ausstellung Turin.

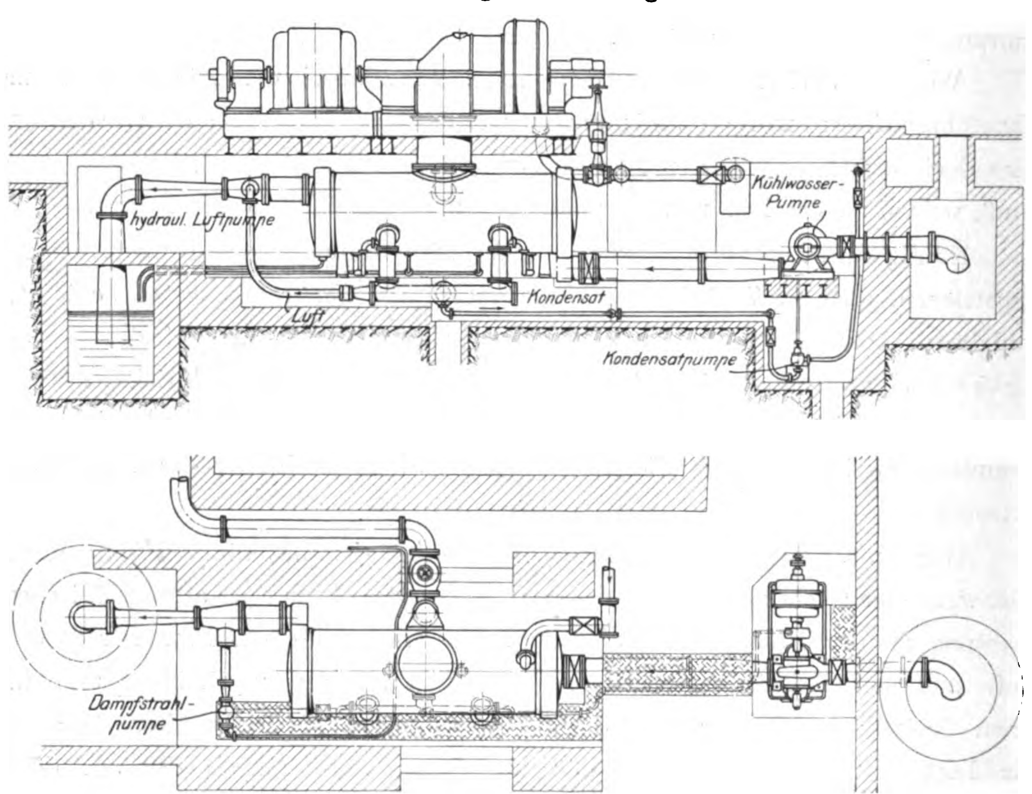


Fig. 22 und 23.

250 KW Anlage Admiralspalast Berlin.

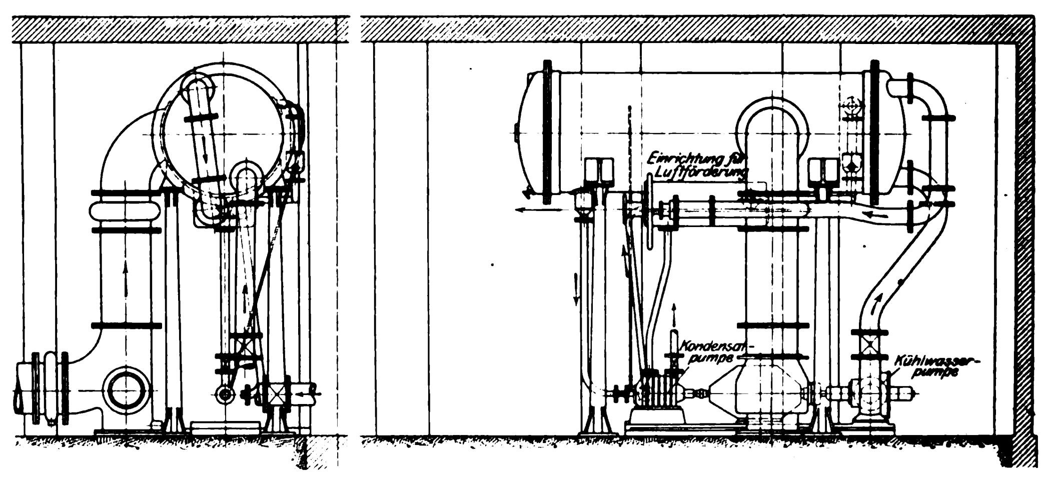


Fig. 24 und 25.

Ekonomiser ansieht, um das Schwitzen der Ekonomiserröhren zu verhindern. Aber selbst wenn in besonderen Fällen die Kondensattemperatur höher werden

250 KW Anlage Admiralspalast, im Keller aufgestellt.

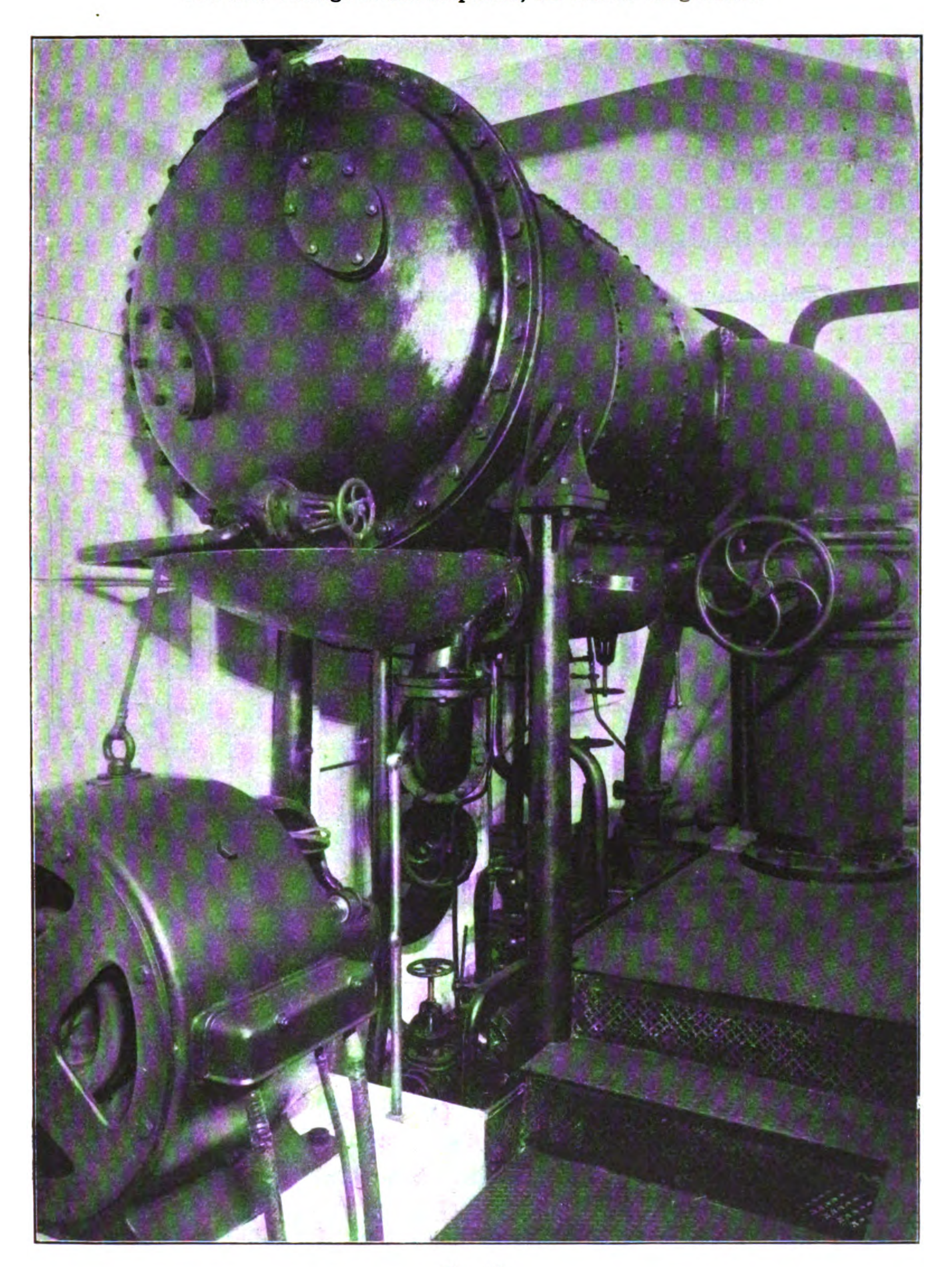


Fig. 26.

sollte, so **steigt** nach Versuchen, die ich in dieser Richtung angestellt habe, die Ekonomiseraustrittstemperatur fast um ebensoviel, wie die Speisewassereintrittstemperatur gestiegen ist.

Es würde zu weit in den Kondensationsbau führen, wenn ich auseinandersetzen wollte, welchen Einfluß auf das erzielte Vakuum eine kräftige Luftförderungseinrichtung besitzt. Es sei hier nur festgestellt, daß der Dampfstrom ganz gewaltige Gasmengen zu fördern gestattet, wodurch wir Vakua erzielt haben, welche kaum von dem theoretisch möglichen Vakuum abweichen, weil nämlich der Raum

Kondensation einer 300 KW Turbinenanlage für Schiffsbeleuchtung.

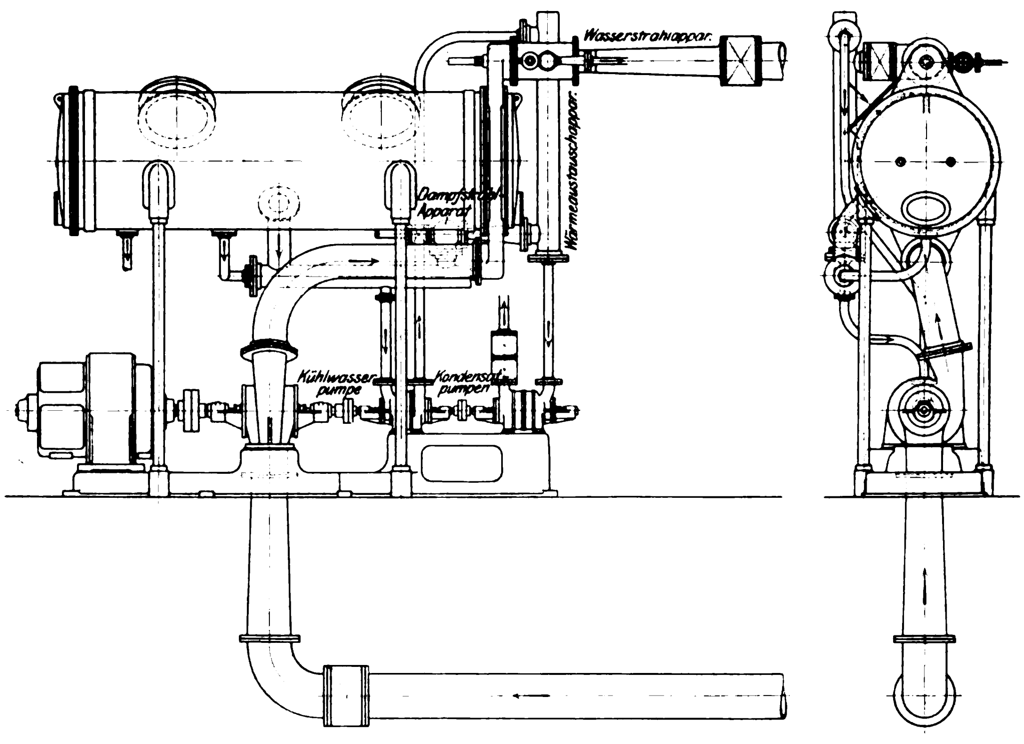


Fig. 27 und 28.

im Kondensator, der von der Luft eingenommen wird, auf ein verschwindend kleines Maß verringert wird, so daß die ganze Oberfläche des Kondensators für die Kondensation des Dampfes nutzbar gemacht werden kann.

Fig. 21 stellt das Schema der Anordnung dar, das nach dem vorher gesagten ohne weiteres verständlich wird. Mit dieser Einrichtung haben wir sehr gute Ergebnisse erzielt; beispielsweise stellt Fig. 22 und 23 die nach diesem System gebaute Kondensation einer 3000 KW-Turbine dar, welche von der Firma Franco Tosi, Legnano (Italien) ausgeführt und auf der Ausstellung in Turin im Betrieb ist. Fig. 24—26 veranschaulichen eine kleinere von Schwarz & Co., Dortmund

7000 KW Anlage Negri, Italien.

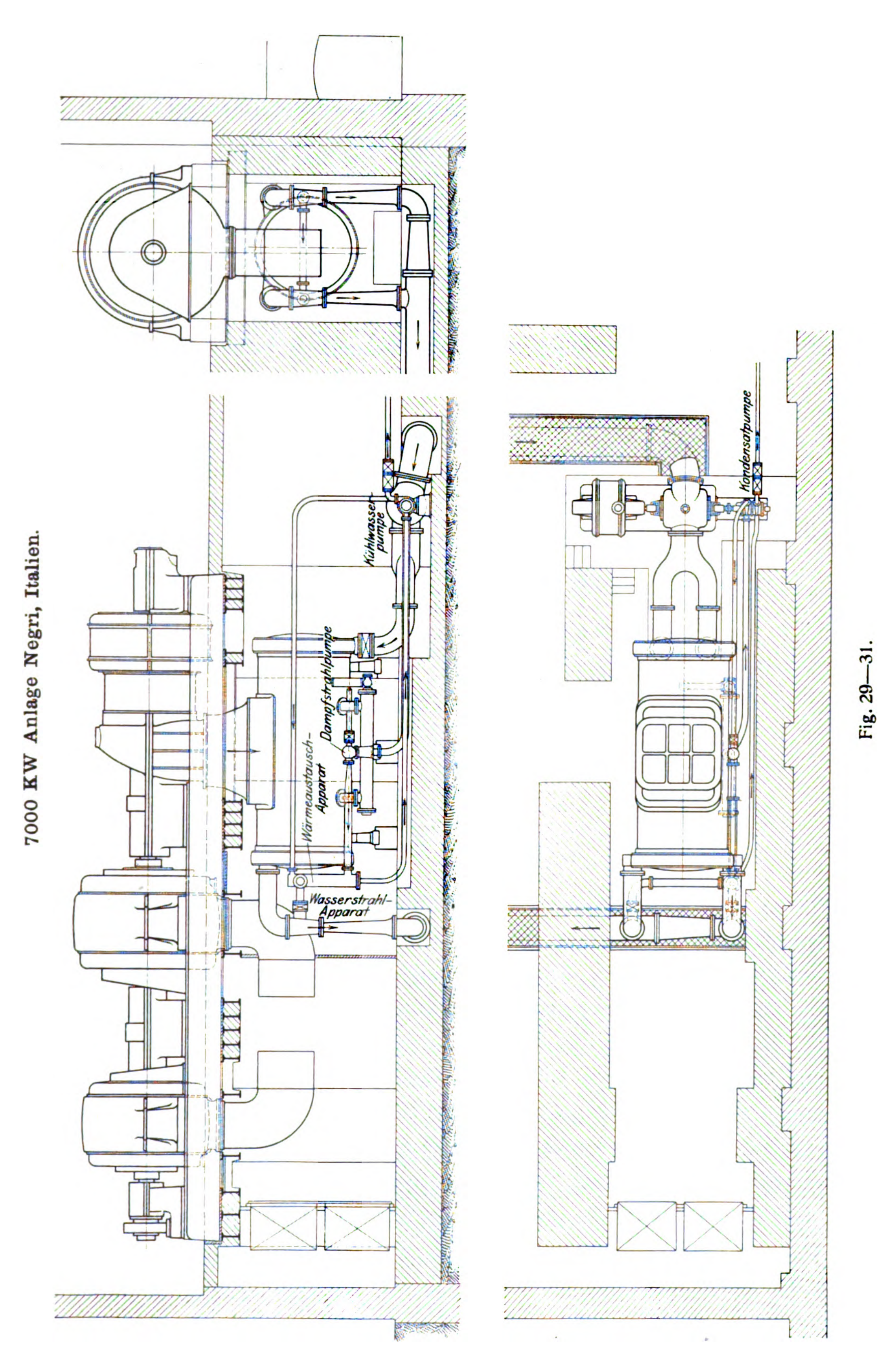


Fig. 29—31.

gebaute Anlage für eine 300 KW-Turbine im Admiralspalast, Berlin. (Der in Fig. 26 links unten sichtbare Elektromotor gehört nicht zur Kondensationsanlage.) Eine ähnlich ausgebildete Anlage kann im Maschinenbaulaboratorium besichtigt werden.

Auch für die italienische Marine, vorläufig für die Hilfsmaschinen an Bord, ist eine solche Einrichtung zur Ausführung gelangt (Fig. 27 u. 28). Eine in Ausführung begriffene sehr große stationäre Anlage (7000 KW Turbinenleistung) ist durch die Fig. 29—31 veranschaulicht.

Da man den Einwand machen kann, daß bei Anwendung der Luftabführung durch den Kühlwasserstrom an Bord, wo ja als Kühlwasser Salzwasser benutzt wird, bei der Inbetriebsetzung der Zirkulationspumpe Salzwasser in den Kon-

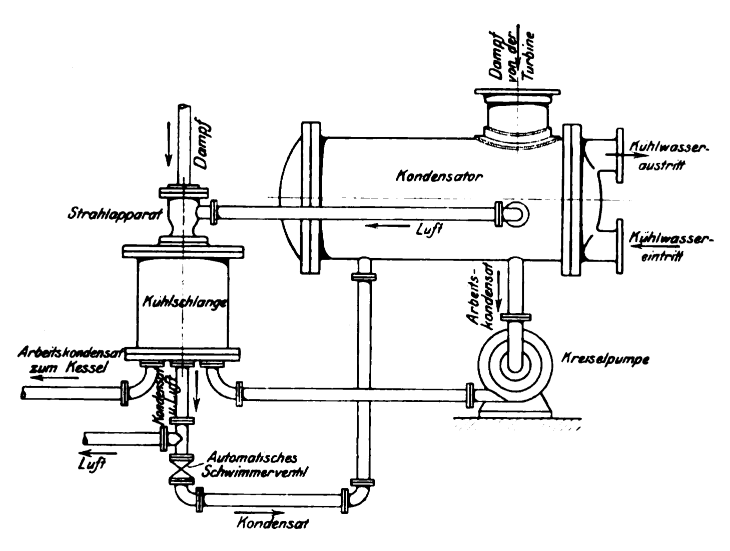


Fig. 32.

densator hineinlaufen könnte, was allerdings noch niemals vorgekommen ist und auch ein Versagen der Rückschlagklappe voraussetzt, so haben wir das System insbesondere für Schiffe so ausgebildet, daß wir die Gase lediglich durch Dampfstrahlwirkung absaugen; dabei verwenden wir allerdings Dampf von höherer Spannung, 5—8 Atm. Auch hier trennen wir das Luft- und Dampfgemisch, indem wir mittels des Kondensates den aus dem Strahlapparat austretenden Dampf kondensieren und die Energie so in einfachster Weise für die Vorwärmung des Kondensates nutzbar machen, was für Bordzwecke, wo keine Ekonomiser vorhanden sind, höchst erwünscht ist. Verwendet man den Abdampf der Strahlpumpe zur Speisewasservorwärmung, so erfordert diese Luftabsaugung praktisch keinen Energieaufwand und sie besitzt keinen bewegten Teil. Der Dampfverbrauch beträgt 2,5—3 % des normalen Dampfverbrauches der

Hauptturbine. Es ist dies also eine Einrichtung von geringem Gewicht, großer Betriebssicherheit und leichter Regelbarkeit, deren Einfachheit kaum mehr übertroffen werden kann.

In Fig. 32 ist die Anordnung schematisch dargestellt. Die Kondensationsanlage der 200 KW-A. E. G.-Turbine des Maschinenbaulaboratoriums ist beispielsweise nach diesem System ausgebildet und kann im Betrieb besichtigt werden.

Die große Einfachheit und Betriebssicherheit unseres Systems der Strahlabsaugung hat auch zur Anwendung für Kolbenmaschinen geführt, trotzdem man dort in einfacher Weise die übliche Kolbenluftpumpe mit der Maschine selbst

200 PS Anlage Schloß Camenz.

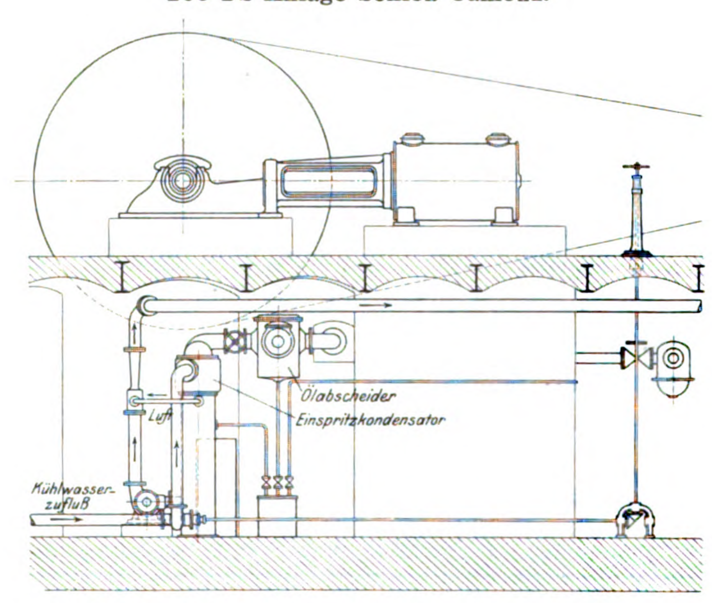


Fig. 33.

kuppeln kann. Da aber in vielen Fällen das Kühlwasser auf ein Rückkühlwerk gedrückt werden muß, wozu ohnedies eine Zentrifugalpumpe notwendig ist, kann man diese in einfachster Weise mit der Strahlförderung, sei es mit Kühlwasserbetrieb allein, oder Dampf- und Kühlwasserstrom zusammen kombinieren. Dies ergibt eine sehr billige, betriebssichere und einfache Kondensation.

Beispielsweise zeigt Fig. 33 die nach diesem System ausgeführte Kondensation für eine 200 PS-Kerchove-Dampfmaschine des vom Vortragenden erbauten Königlich Prinzlichen Kraft- und Wärmewerkes in Camenz (Schlesien). Die beschriebenen Anlagen sind nur als Beispiele angeführt, es sind unterdessen etwa 25 solcher Kondensationsanlagen, darunter solche mit 50 000 kg stdl. Dampfmenge zur Ausführung gekommen.

In den Tab. 1 und 2 sind einige Versuchsergebnisse ausgeführter Anlagen enthalten. Es geht daraus hervor, daß die Anlagen höchsten Anforderungen entsprechen. Tab. 1 enthält Betriebsergebnisse der Zweidruckturbinenanlage einer

Tabelle 1.

Oberflächenkondensation Zweidruckturbine Zeche „Vereinigte Trappe Silschede".

Versuche vom 12. und 13. Mai 1911.

	Frisch-dampf-betrieb	Misch-dampf-betrieb	Misch-dampf-betrieb
Belastung . . . . KW	∾190	∾325	350
Stdl. Dampfmenge . . . . kg/Std.	2400	5000	5500
Vakuum im Kondensator . . . . %	94,8	92,0	90,9
Temperatur Kühlw. Eintritt . . . . °C	29,6	31,5	32,0
„ „ Austritt . . . . °C	32,9	38,2	40,5
„ Kondensat. Austr. Kondensator °C	33,0	41,0	43,5
„ „ „ Vorwärmer . °C	55,0	—	58,0
Sättig.-Temperatur entspr. Vakuum . . . . °C	33,3	41,3	43,8

Tabelle 2.

Anlage Turin.	
Normale Leistung . . . . KW	3 000
Stdl. Dampfmenge beim Versuch kg/Std.	10 000
Barometerstand . . . . mm Hg	743
Vakuum . . . . mm Hg	714
Vakuum in . . . . %	96
Temperatur Kühlwasser	
Eintritt . . . . °C	23,5
Austritt . . . . °C	28,5
Theoretisch mögliches Vakuum . . . %	96,1

Kohlenzeche. Eine Zweidruckturbine ist bekanntlich eine kombinierte Frischdampf- und Abdampfturbine und wird neuerdings überall da angewandt, wo der zur Verfügung stehende Abdampf für die Energieerzeugung nicht ausreicht. Die Anlage arbeitet, wie dies bei Zechen meist der Fall ist, mit rückgekühltem Wasser. Ein

hohes Vakuum ist bei derartigen Anlagen nur bei vollkommener Ausbildung und nur durch Verwendung großer Kühlwassermengen zu erzielen. Tab. 2 enthält Versuchsergebnisse einer 3000 KW-Tosi-Dampfturbine, die in Turin ausgestellt ist und die Ausstellung mit elektrischer Energie versorgt (vergl. Fig. 22 u. 23). Der Energiebedarf reicht nicht aus, um die Turbine voll zu belasten. Das theoretisch mögliche Vakuum ist fast erreicht. Das Kühlwasser für den Kondensator wird dem Po entnommen, und zwar liegt die Kühlwasserablaufleitung etwa 3 m über dem Wasserspiegel des Flusses. Die Anlage ist daher geeignet festzustellen, ob dadurch, daß die Luft mit dem Kühlwasser abgeführt wird, Heberwirkungen zerstört werden. Die Anlage liefert den Beweis, daß dies nicht der Fall ist.

Es möge an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß die exakte Durchführung von Versuchen an Kondensationsanlagen erhebliche Schwierigkeiten bietet, und daß leicht Meßfehler vorkommen, obgleich man scheinbar vollkommene Meßinstrumente benutzt hat. Selbst die Verwendung von Quecksilberinstrumenten bietet durchaus keine Gewähr für die Richtigkeit der Messungen. Verunreinigungen des Quecksilbers und dadurch hervorgerufene Veränderungen des spezifischen Gewichtes können bereits meßbare Fehler bewirken. Auch ist die Berücksichtigung der Temperatur des Quecksilbers erforderlich, besonders dann, wenn sich das Vakuummeter in einem heißen Kondensatorkeller befindet, das Barometer dagegen an kalter Stelle hängt. Ein großer Fehler entsteht häufig dadurch, daß das Barometer zu niedrig zeigt infolge der Anwesenheit von Luft- und Wasserspuren über dem Quecksilber.

Der erfahrene Versuchstechniker kennt diese Fehlerquellen und wird seine Instrumente prüfen, sobald ein zweifelloser Fehler offenbar wird. Wenn daher der Öffentlichkeit Versuche mitgeteilt werden, bei denen das erzielte Vakuum höher ist als das theoretisch mögliche, so wird der Kundige entsprechende Schlüsse ziehen.

C. Strahlkältemaschinen.

Die bei den Kondensationen gemachten Erfahrungen haben gezeigt, daß der mit großer Geschwindigkeit strömende Dampf ein vorzügliches Mittel ist, große Dampf- oder Gasvolumina aus dem höchsten Vakuum aufzunehmen, fortzuschaffen und zu komprimieren. Auf Grund dieser Erfahrungen konnten wir mit Erfolg an die Lösung einer anderen Aufgabe herantreten, nämlich an die Erzeugung von Kälte durch Verdampfen von Wasser, indem wir mittelst Dampfstrahls von sehr hoher Geschwindigkeit Wasserdampf aus einem Raum von sehr niederem Druck (etwa 0,006 kg/qcm) absaugten, und so Wasser bei niederer Temperatur zum Verdampfen brachten, wodurch es seiner Umgebung Wärme entzog.



Die Verwendung von Wasserdampf als Kälteerzeuger ist lange bekannt. Wasser an sich ist sehr geeignet für diesen Zweck, weil seine Verdampfungswärme hoch ist; beispielsweise sind zur Verdampfung von 1 kg Wasser bei 0° etwa 600 WE erforderlich. Die Verwendung des Wasserdampfes zur Kälteerzeugung wird jedoch erschwert durch die dabei notwendigen außerordentlich niederen absoluten Drucke und die sich ergebenden hohen spezifischen Volumina.

Fig. 34 veranschaulicht die in Betracht kommenden Drücke und Volumina. Beispielsweise erfordert die Temperatur von 0° die Herstellung eines absoluten Druckes von 0,006 Atm., d. h. Schaffung eines Vakuums von 99,4%. Das Volumen

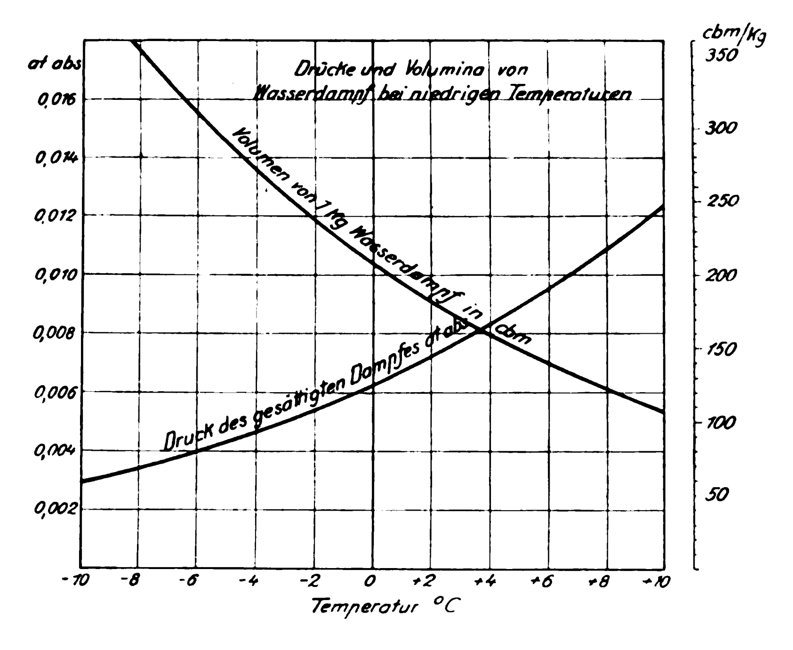


Fig. 34

von 1 kg Wasserdampf bei 0° beträgt 205 cbm. Um eine Kälteleistung von 600 WE zu erzielen, müssen also etwa 200 cbm Dampf abgesaugt und gefördert werden.

Die älteste Kältemaschine mit Wasserdampf als Kälteträger bestand im wesentlichen aus einem geschlossenen Gefäß mit normaler Kolbenluftpumpe, die die entstandenen Wasserdämpfe ansaugte und gegen die Atmosphäre förderte. Hierbei waren nur ganz kleine Kälteleistungen zu erzielen. Verbessert wurden derartige Maschinen durch Hinzufügung eines mit Schwefelsäure gefüllten Absorbers, die einen großen Teil der Wasserdämpfe verschluckte. Eine allgemeine Bedeutung haben diese Maschinen jedoch auch nicht erlangt. Im Jahre 1878 hatte Harrison erkannt, daß es zweckmäßig ist, die abgesaugten Dämpfe nicht an die Atmosphäre

zu drücken, sondern sie bei niederem Druck in einem Kondensator niederzuschlagen. Hierdurch wird eine wesentliche Arbeitsersparnis erzielt, da nur flüssige Kondensationsprodukte an die Atmosphäre gedrückt zu werden brauchen.

Neuere Bestrebungen haben das Problem wieder gefördert. Ich und mein Mitarbeiter, Herr Dr.-Ing. Gensecke, haben uns seit einiger Zeit ebenfalls mit der Frage beschäftigt, und nach Ausführung zahlreicher Versuche sind wir zu einer praktischen und überaus einfachen Lösung der Aufgabe gekommen.

Fig. 35 zeigt das Schema der Anordnung einer Strahlkältemaschine, Bauart Josse-Gensecke. Aus dem Verdampfer wird der Wasserdampf durch einen Dampfstrahlkompressor abgesaugt und auf den Kondensatordruck (94 bis 96% Vakuum) verdichtet; im Kondensator werden die Dämpfe niedergeschlagen. Wir verwenden hierzu einen Oberflächenkondensator, der verschiedene Vorteile bietet. Die sich hier bildenden Kondensationsprodukte werden durch einen Wasserstrahlapparat an die Atmosphäre gefördert, der durch das strömende Kühlwasser des Kondensators betrieben wird. D i e s e K ä l t e m a s c h i n e b e s i t z t a l s o g a r k e i n e b e w e g l i c h e n T e i l e , allenfalls je eine gewöhnliche Zentrifugalpumpe zur Bewegung des Kühlwassers und für den Umlauf der Sole; sie besitzt weder Stopfbüchsen noch andere der Bedienung und Abnutzung unterworfene Teile, ihre Einfachheit ist nicht zu übertreffen. Der Apparat erzielt auf diese Weise Temperaturen bis zu — 6° C.

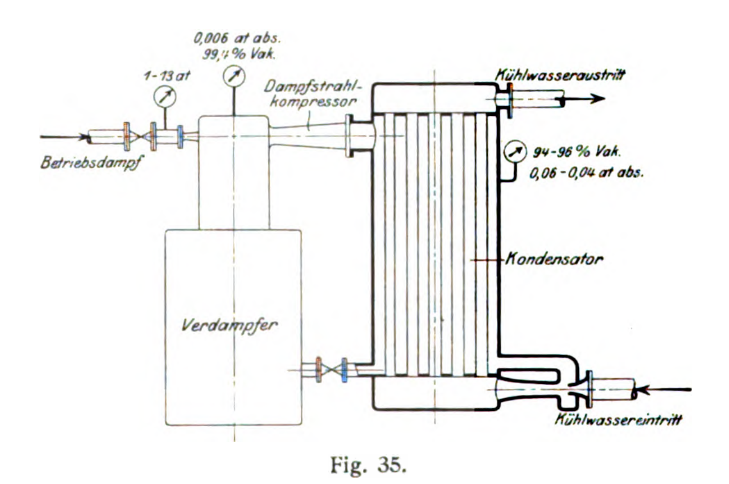


Fig. 35.

Um die wirtschaftlichen Aussichten dieser neuen Kältemaschine beurteilen zu können, ist es zweckmäßig, die Arbeitsvorgänge zu verfolgen.

Maßgebend ist in erster Linie die Energieumsetzung im Strahlkompressor. Letzterer ist besonders deshalb für die Absaugung und Kompression sehr geeignet,



weil er mit außerordentlich hohen Dampfgeschwindigkeiten arbeitet. Auf Grund der eingangs erwähnten Strömungsversuche ergibt sich, daß der Geschwindigkeitskoeffizient mit der erreichten Dampfgeschwindigkeit zunimmt. Fig. 2, Kurve IV zeigt das Verhalten des Geschwindigkeitskoeffizienten. Bei einem Anfangsdruck von 8 Atm. und einem Gegendruck von 0,006 kg/qcm ab entstehen Geschwindigkeiten von etwa 1400 m/sec., wobei mit einer normal zur Achse abgeschnittenen Düse der außerordentlich hohe Wirkungsgrad von $\varphi^2 = 0{,}97^2 = \sim 0{,}94$ erreicht wird. Der Geschwindigkeitskoeffizient der Düsen der Dampfturbinen mit Schrägabschnitt liegt etwas niederer.

Nach Austritt aus der Düse wird dem mit sehr großer Geschwindigkeit strömenden Dampf der aus dem Verdampfer abzusaugende Dampf beigemischt.

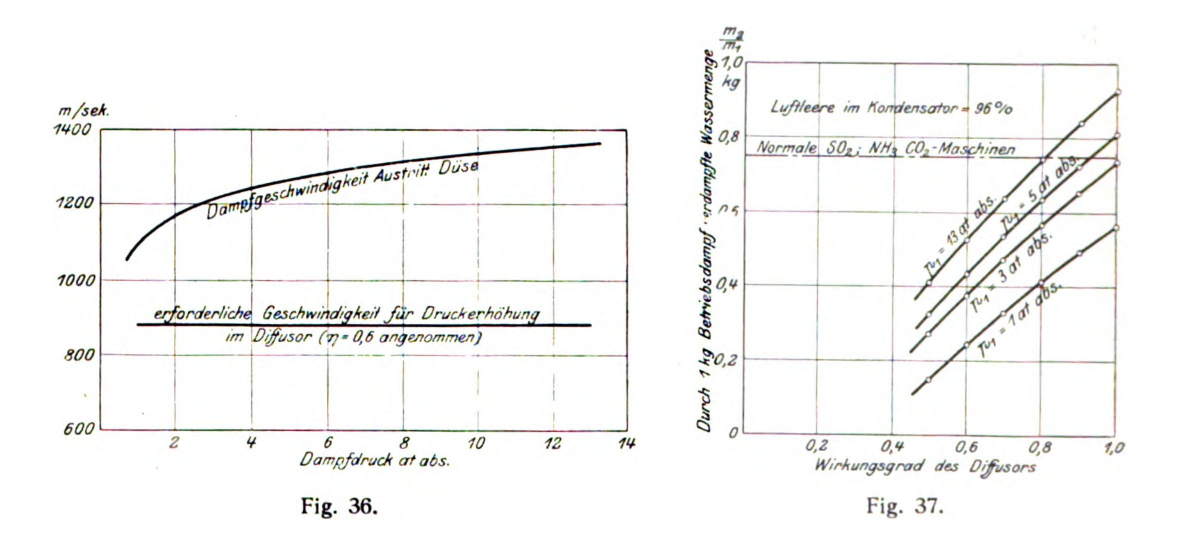


Fig. 36. Fig. 37.

Da dieser geringere Geschwindigkeit besitzt, entstehen bei der Vereinigung Stoßverluste; es wird daher die Geschwindigkeit des Düsendampfes vermindert. Die verbleibende Geschwindigkeit der Mischung muß jedoch noch so groß sein, daß bei der im Diffusor stattfindenden Zurückverwandlung der lebendigen Kraft in Druck das Druckgefälle des Diffusors überwunden werden kann.

Fig. 36 zeigt die theoretischen Dampfgeschwindigkeiten beim Austritt aus der Düse für verschiedene Anfangsdampfdrucke, darunter die erforderliche Geschwindigkeit für die Druckerhöhung im Diffusor, dessen Wirkungsgrad dabei zu 60 % angenommen ist. Die notwendige Anfangsgeschwindigkeit ist umso größer, je schlechter der Wirkungsgrad des Diffusors ist.

Fig. 37 zeigt bei verschiedenen Diffusorwirkungsgraden und bei verschiedenen Betriebsdampfdrucken vor dem Strahlkompressor unter Annahme einer Luft-



leere im Kondensator von 96 % die pro 1 kg Betriebsdampf im Verdampfer verdampfte Wassermenge an, die ein Maß der erzielten spezifischen Kälteleistung ist, indem 1 kg verdampftes Wasser einer Kälteleistung von rd. 600 WE entspricht. Die spezifische Kälteleistung beträgt bei 13 Atm. abs. Betriebsdampfdruck und 50 % Diffusorwirkungsgrad 0,4 kg; bei $\eta = 80$ % schon 0,75 kg.

Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Wasserdampfkältemaschine ist darnach zu beurteilen, daß große mit Dampfkraft betriebene Kompressionsmaschinen von vorzüglicher Bauart und mit hochwertigen Dampfmaschinen angetrieben mit 1 kg in der Antriebsdampfmaschine aufzuwendenden Frischdampfes etwa 400 bis 450 WE in Kälteleistung erzielen. Dies entspricht der Ordinate 0,75. Bei einem Diffusorwirkungsgrad von 80 % ist also der Dampf-

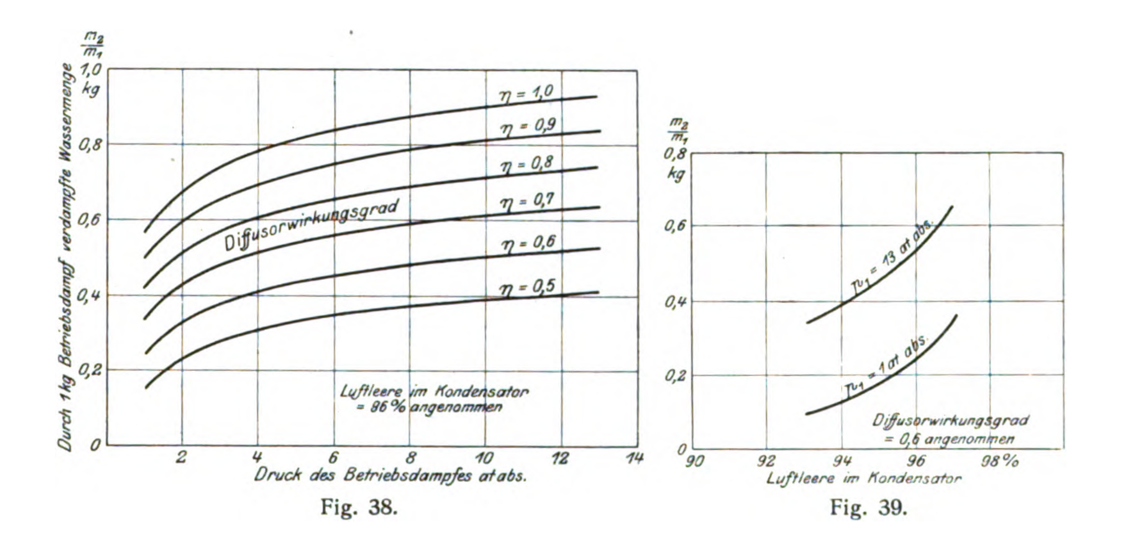


Fig. 38. Fig. 39.

verbrauch der gewöhnlichen Anlagen erreicht. Wenn auch ein $\eta = 0,8$ bereits ziemlich hoch ist, so erreichen wir doch bereits 0,6 und zwar mit kleinen Maschinen von mehreren tausend WE. Dabei ist zu beenken, daß der etwa noch vorhandene Mehrverbrauch an Dampf nicht allein für die Wirtschaftlichkeit maßgebend ist, sondern daß auch die viel größeren Unterhaltungs- und Erstellungskosten der gewöhnlichen Anlagen usw. berücksichtigt werden müssen.

Die große Einfachheit und die verschwindend niedrigen Unterhaltungskosten lassen die Wasserdampfkältemaschinen des Systems Josse-Gensecke demnach als durchaus wirtschaftlich erscheinen, selbst wenn der Dampfverbrauch derselben etwas höher sein sollte als derjenige der gewöhnlichen Kältemaschinen. Unsere Versuche zeigen, daß auch Dampf von atmosphärischer Spannung genügt, um erhebliche Kälteleistungen zu erzielen. Die hierdurch ermöglichte direkte Verwen-

dung von Abdampf und Abwärme für die Kälteerzeugung eröffnet außerordentlich weite Gebiete.

In Fig. 37 ist die Kälteleistung bei einem Betriebsdruck von 1 Atm. abs. veranschaulicht. Bei einem Diffusorwirkungsgrad von $\eta = 0{,}32$ beginnt überhaupt erst die Kälteleistung; bei $\eta = 0{,}8$ beträgt sie aber schon 0,4 kg pro 1 kg Betriebsdampf.

In Fig. 38 sind die Kälteleistungen als Funktion des Betriebsdampfdruckes dargestellt, und zwar für verschiedene Wirkungsgrade des Diffusors. Bei Abdampfbetrieb (1 Atm. abs. Dampfdruck) sind besonders hohe Wirkungsgrade des Diffusors erforderlich. Namentlich die richtige Durchbildung des Diffusors zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades erfordert ein großes Maß von Erfahrung.

Außer dem Wirkungsgrad des Diffusors ist für die spezifische Kälteleistung auch das im Kondensator erzielte Vakuum maßgebend. Je höher das Vakuum, um so geringer ist das Wärme- bezw. Druckgefälle, das der Diffusor zu überwinden hat. Die Überwindung eines kleineren Druckgefälles erfordert kleinere Geschwindigkeit des Gemisches vor dem Diffusor. Infolgedessen ist der aus der Düse austretende Dampf imstande, eine größere Dampfmenge aus dem Verdampfer mitzureißen.

Der Einfluß des Vakuums ist in Fig. 39 für Frischdampfbetrieb und für Abdampfbetrieb veranschaulicht.

Die Kälteleistung verringert sich mit abnehmendem Vakuum im Kondensator, und zwar ganz erheblich. Es ist daher außerordentlich wichtig, die Kondensatoren so zu bauen, daß sie das höchstmögliche Vakuum erzielen.

In einer primitiven kleinen Versuchsmaschine, welche ich Ihnen im Maschinenbaulaboratorium im Betrieb vorführen kann, wurden mit 20 kg Betriebsdampf von 0,87 Atm. abs. Druck etwa 1800 WE Kälteleistung erzielt. Dabei sind große Wärmeeinstrahlungen nicht berücksichtigt. 24 kg Dampf von 1 Atm. abs. Druck leisteten etwa 2200 WE. In beiden Fällen betrug die Verdampfertemperatur 0° C, wofür die Anlage berechnet war.

Im Verdampfer wird sich diejenige Temperatur einstellen, die als Sättigungstemperatur dem vorhandenen Dampfdruck entspricht. Eine Temperaturerniedrigung unter normalen Verhältnissen ist daher nur möglich, wenn der Druck im Verdampfer verringert wird. Die technischen Grenzen für den erreichbaren Druck betragen etwa 0,005 Atm. abs. entsprechend einer Temperatur von etwa — 4°.

Herr Dr. Gensecke und ich haben nun bei unseren Untersuchungen gefunden, daß man im Stande ist, durch ein höchst einfaches Mittel ohne Druckerniedrigung im Verdampfer die Temperatur dadurch zu erniedrigen, daß man in den Ver-



dampfer ein zweites Medium, Luft, in gewisser Menge einströmen läßt. Der im Verdampfer herrschende Druck in der gleichen Höhe wie vorher ist jetzt gleich der Summe der Partialdrücke von Luft und Dampf, und die Flüssigkeitstemperatur, die sich einstellt, entspricht dem geringeren Partialdruck des Dampfes.

Versuche an dieser ersten kleinen Versuchsanlage haben ergeben, daß hierdurch bei demselben Verdampfer Druck von ca. 0,006 kg/qcm abs. niedrige Temperaturen etwa bis zu — 17° erzielt werden können.

Einfluß der Luft auf die Kälteleistung.
Temp. Kühlwasser im Kondensator 20,5° C
Vakuum im Kondensator 96,7 % ohne Luft
96,0 % mit Luft
Druck des Betriebsdampfes 0,87 at abs

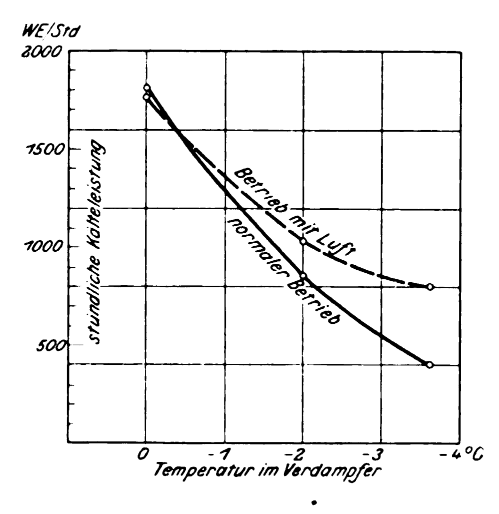


Fig. 40.

Selbstverständlich darf man Luft nicht in beliebigen Mengen einströmen lassen, da sie das abgesaugte Dampfgewicht vermindert und weil sie mit komprimiert werden muß. Um diese Kompressionsarbeit auf ein Minimum zu beschränken, lassen wir daher die Luft aus dem Kondensator wieder in den Verdampfer zurückströmen. Der Betrieb mit Luft nach dem Verfahren Josse-Gensecke ermöglicht durch eine sehr einfache Anordnung die Erzielung niedriger Temperaturen und außerdem eine einfache Regelung der Temperatur. Bei niedrigen Temperaturen erhöht er ferner bei derselben Betriebsdampfmenge ganz bedeutend die Kälteleistung, wie aus Fig. 40 ersichtlich ist. Bei — 3,6° wurden bei derselben Betriebsdampfmenge im normalen Betrieb 400 WE, dagegen bei Betrieb mit Luftzusatz 800 WE erzielt.



Dies bedeutet einen wesentlichen Fortschritt und eine hervorragende technisch ausnutzbare Wirkung eines bekannten Naturgesetzes. Die hierdurch mögliche Erniedrigung

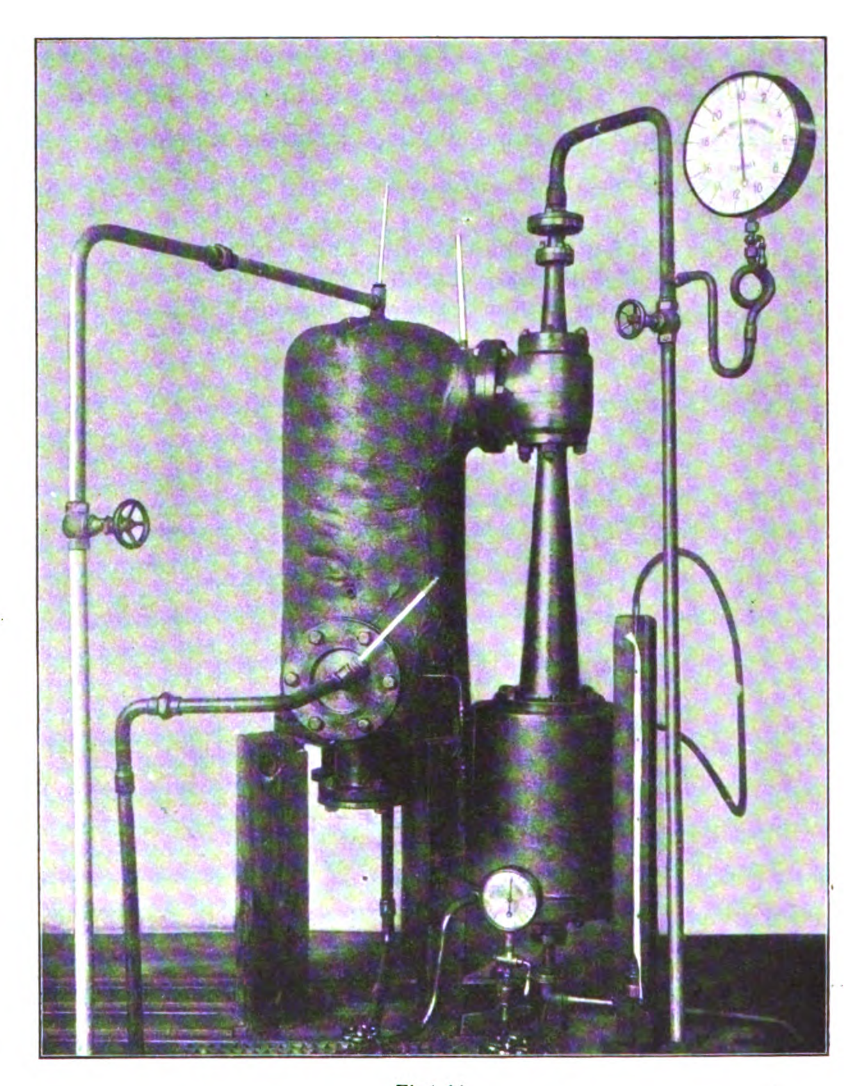


Fig. 41.

der Temperatur gestattet es, die Wasserdampfkältemaschine für alle vorkommenden Fälle anzuwenden. Ihr Anwendungsbereich erstreckt sich auf alle Fälle, wo Kompressions- und Absorptions-Kältemaschinen heutzutage verwendet werden.

Nach den von uns erzielten Diffusorwirkungsgraden auf Grund von weiteren allerdings kleinen Ausführungen nehmen wir an, daß wir pro 1 kg Abdampf eine Kälteleistung von etwa 150—200 WE, pro 1 kg Frischdampf eine solche von etwa 250—300 WE erzielen können. Selbst wenn die Anlagen bezüglich

des reinen Dampfverbrauches den vorhandenen Systemen etwas unterlegen sein sollten, so ist dies für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit durchaus nicht maßgebend, da die wohl nicht mehr zu übertreffende Einfachheit (kein einziger beweglicher Teil) und die Verwendung einer solch harmlosen Flüssigkeit wie Wasser schon ein etwa vorhandenes erhebliches Mehr an Dampf wirtschaftlich wett machen. Die Unterhaltungskosten sind minimal. Außerdem stehen gar keine Teile unter hohem Druck, so daß durch Undichtheiten oder Brüche niemals eine Gefahr entstehen kann.

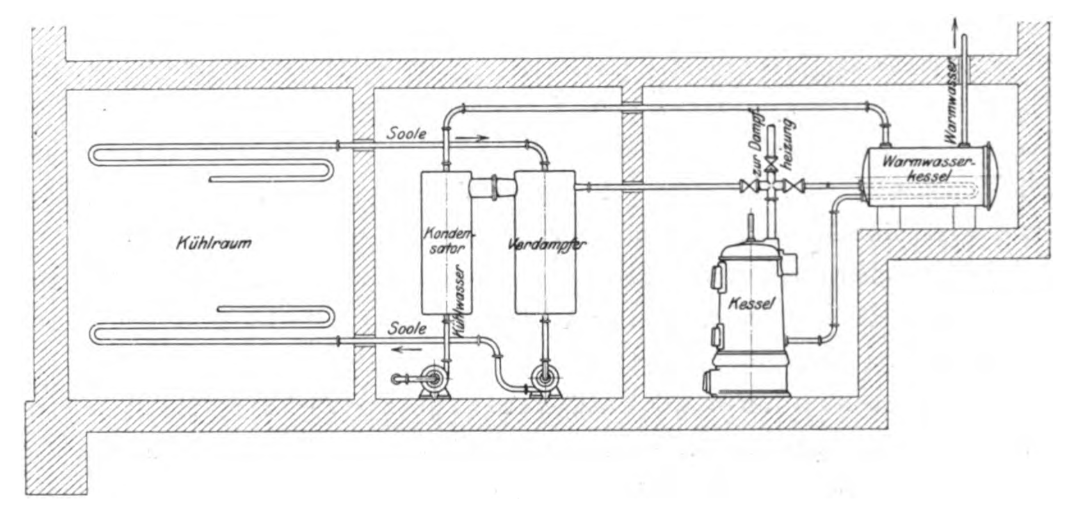


Fig. 42.

Fig. 41 zeigt eine Kältemaschine unseres Systems für rund 6000 WE. Die Maschine kühlt Sole ab, die zur Eisfabrikation oder Raumkühlung usw. benutzt werden kann. Sie arbeitet mit Frischdampf, kann selbstverständlich aber für Heizdampf von 0,15 Atm. Überdruck eingerichtet werden. Die Maschine arbeitet mit Wasserleitungswasser und hat nur eine Soleumlaufpumpe als einzig bewegten Teil.

Aussichten für die erfolgreiche Anwendung dieser Anlagen sind überall da vorhanden, wo einfache Handhabung und absolute Gefahrlosigkeit sowie geringes Gewicht und geringe Anschaffungskosten erwünscht sind. Eine weitere Verwendung bietet sich da, wo Abdampf zur Verfügung steht. Es ergeben sich mannigfache, wirtschaftlich sehr vorteilhafte Kombinationen. Beispielsweise kann bei Versorgung von Gebäuden und Gebäudekomplexen mit Warmwasser und Heizdampf eine Kälteversorgung nach unserem System mit eingebaut werden, was nur sehr geringe Anlage- und Betriebskosten verursacht. Man kann, wie

Fig. 42 zeigt, aus dem Niederdruckdampferzeuger oder aus der Heizung Dampf für den Betrieb der Wasserdampfkältemaschine abzweigen und diesen Dampf in dem Kondensator, der dabei das Wasser für die Warmwasserversorgung vorwärmt, niederschlagen. Hierdurch wird der Kostenaufwand für die Kälteerzeugung sehr gering. Man kann dann entweder Eis erzeugen, oder die gekühlte Sole zur Kühlung von Wohn- und Kühlräumen, Kühlschränken usw. in dem Gebäude verwenden. Eine sachverständige Wartung erfordert die Anlage nicht.

Ferner kann man bei Dampfturbinenanlagen in Tropen das zirkulierende Öl in einfacher Weise kühlen. Beispielsweise ist es auch möglich, bei Eisenbahnzügen unter Verwendung des Auspuff- oder Frischdampfes der Lokomotive und unter Verwendung des Tenderwassers als Kühlwasser Kälte zu erzeugen und diese zur Kühlhaltung der Innenräume der Waggons usw. zu benutzen, oder Kühlwagen zu bauen, deren Kälteanlage auf diese Weise betrieben wird. Auch in der Hüttenindustrie, wo Abdampf in Menge zur Verfügung steht, kann Kälte, die für gewisse Zwecke benötigt wird, in vorteilhafter Weise erzeugt werden.

In Kleinbetrieben, Molkereien, Gärtnereien findet sich ein weites Feld der Anwendung, da hier nur Kühlanlagen berechtigt sind, die keine Wartung und sachverständige Bedienung erfordern.

An Bord von Schiffen, wo ohnedies Abdampf zur Verfügung steht, gibt es keine einfachere, betriebssichere und ungefährlichere Kühlanlage, sowohl für die Kühlung der Wohn- und Kühlräume als auch für die Kühlung von Munitionsräumen.

Diskussion.

Herr Professor Dr.-Ing. Karl Pfleiderer-Braunschweig.

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Ich möchte auf denjenigen Teil des Vortrages des Herrn Professor Josse eingehen, welcher sich auf Wasserstrahl-Luftpumpen für Kondensationszwecke bezieht, da es mir scheint, als ob der Herr Vortragende das übliche Verfahren, bei welchem eine besondere Luftpumpe vorhanden ist, gegenüber dem von ihm geschaffenen Verfahren ohne rotierende Pumpe etwas zu ungünstig beurteilt hätte. Herr Josse erwähnt, daß ein Hauptvorzug seines Verfahrens in der Möglichkeit der Verwendung großer Wassermengen bestehe, weil dadurch im Luftsaugeapparat mit geringer Wassergeschwindigkeit gearbeitet werden könne, und daß die mit besonderen Luftpumpen arbeitenden Verfahren diese großen Wassermengen nicht verwenden könnten. Meine Herren,



ich bitte Sie, sich einmal die Vorgänge zu vergegenwärtigen, die sich bei der Absaugung von Luft durch strömendes Wasser abspielen, wenn dieses strömende Wasser ein dicker Wasserstrahl ist, wie man ihn zur Vermeidung von Verschmutzungen bei Verwendung einer einfachen Düse anwenden muß. Ein solcher Strahl wird meiner Schätzung nach eine Stärke von etwa mindestens 20 mm haben müssen. Es wird hier ohne Zweifel vorwiegend nur die Oberfläche des Strahls an der Absaugung der Luft teilnehmen. Der Kern des Wassers kann in der kurzen Zeit nicht mit der Luft in Berührung kommen; wenn er es tut, wird es nur in unvollkommener Weise geschehen können. Jedenfalls kann man feststellen, daß die Mischung der Luft mit dem Wasser bei Verwendung eines ungeteilten, dicken Wasserstrahles sehr unvollkommen sein wird, und infolgedessen wird das in der Mitte des Strahles strömende Wasser ohne Nutzen in der Düse beschleunigt und wieder verzögert.

Was Herr Josse als Vorteil anführt, nämlich daß die große Wassermenge geringe Wassergeschwindigkeiten gestattet, ist nach Versuchen, die ich als Beamter der Firma Thyssen & Co. in Mühlheim-Ruhr mit den von dieser Firma gebauten rotierenden Luftpumpen nach System Thyssen-Pfleiderer angestellt habe, ein Nachteil. Ich habe dort ausnahmslos gefunden, daß es immer besser ist, große Wassergeschwindigkeiten zu verwenden, als kleine, vorausgesetzt, daß Luftleeren von mehr als 70 % vorhanden sind.

Hierzu kommt ferner noch, daß bei Anlagen an Land in den meisten Fällen Rückkühlung verwendet wird. In diesem Falle muß der Wasserdruck hinter dem Luftsaugeapparat noch der Ausflußhöhe des Wassers auf dem Kühlturm entsprechen. Es muß also die Luft, die von dem Wasserstrahl aufgenommen worden ist, auch auf diesen Überdruck gepreßt werden. Daß dadurch ein Mehrverbrauch an Kraft bedingt wird, ist wohl selbstverständlich.

Bei Kondensationsanlagen mit einer besonderen rotierenden Luftpumpe steht die Pumpe im allgemeinen über dem Bassin, in welchem sich das Aufschlagwasser befindet. Aus diesem Behälter entnimmt die Luftpumpe das zu ihrer Beaufschlagung erforderliche Wasser, bringt es in geeigneter Weise auf hohe Geschwindigkeit, mischt dieses strömende Wasser mit der abzusaugenden Luft und führt das Gemisch von Wasser und Luft in das Bassin zurück. Hier braucht also die Luft nicht höher gepreßt zu werden, als einer Atmosphäre entspricht. Man wird sogar dadurch, daß man das Abfallrohr unter die Wasseroberfläche führt, in der Luftpumpe selbst noch einen geringeren Druck als eine Atmosphäre hervorbringen können. Die Strömungsgeschwindigkeit in der Düse kann dann noch wesentlich vermindert werden, weil der in der Düse zu überwindende Druck um den der abfallenden Wassersäule entsprechenden Betrag geringer ist als eine Atmosphäre. Hierdurch wird eine weitere Kraftersparnis erzielt.

Herr Professor Josse sagt außerdem, daß es bei rotierenden Luftpumpen nicht möglich sei, beliebig große Wassermengen zu verwenden. Das ist nicht der Fall, denn man kann aus dem Bassin beliebig viel Wasser entnehmen und es wieder in dasselbe zurückführen, ohne irgend einen nachteiligen Einfluß hervorzurufen.

Es kommt hierzu noch ein weiterer Vorteil der Aufstellung einer mit fremdem Wasser arbeitenden Luftpumpe. Wenn man das Kühlwasser zum Absaugen der Luft verwendet, wie Herr Josse, so wird man bei Kondensationsanlagen mit Rückkühlung im allgemeinen warmes Wasser von mindestens 25° C. zur Verfügung haben.

Demgegenüber hat bei rotierenden Luftpumpen das Aufschlagwasser mit dem durch den Kondensator gehenden Kühlwasser nichts zu tun. Es kann also stets um mehrere Grade kälter als dieses gehalten werden. Da bei hohen Luftleeren die Leistungsfähigkeit eines Wasserstrahlluftsaugers in hohem Maße von der Wassertemperatur abhängig ist, so ist dieser Umstand nicht zu unterschätzen.



Der von Herrn Josse erwähnte Nachteil, daß die rotierenden Luftpumpen beim Sinken des Vakuums versagen, trifft allerdings für einige der bekanntesten Konstruktionen zu. Bei meiner Pumpe ist dies jedoch nicht der Fall.

Beim Josseschen Verfahren wird ferner die abgesaugte Luft im Kondensator an der Kühlfläche entlang geführt und dadurch der Wärmeübergang beeinträchtigt sowie die Wasserkammern mit Luft angefüllt. Ein zur Vermeidung dieses Übelstandes neben dem Wasserstrahlluftsauger aufgestellter Dampfstrahlapparat, welcher ermöglicht, den Wasserstrahlluftsauger hinter den Kondensator in die Warmwasserleitung zu verlegen, trägt zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Übersichtlichkeit der Anlage keineswegs bei.

Durch diese Ausstellungen soll der Wert der von Herrn Josse angestellten Versuche über Dampfströmung in keiner Weise berührt werden, sowie die Anwendung dieser Versuche auf Dampfturbinen und Kühlanlagen. Es wäre vielleicht nur zu wünschen, daß die in seinem Vortrage erwähnten Versuche über von Wasser durchströmte Diffusoren und die Druckumsetzung des Wassers in diesen Diffusoren gleichfalls der Öffentlichkeit zugänglich gemacht würden.

Herr Geheimer Regierungsrat Professor Josse - Charlottenburg (Schlußwort):

Meine Herren! Ich glaube, ich muß mich auf diese Einwendungen sehr kurz fassen mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Zeit. Nur einige Punkte möchte ich herausgreifen.

Zunächst hat der Herr Vorredner behauptet, es sei ein Nachteil, daß die Luft durch den Kondensator hindurchgeht. Ich habe vorhin ausdrücklich gesagt, daß wir die Strahlenpumpe sowohl vor als auch hinter den Kondensator stellen. Im letzteren Falle tritt der Nachteil also nicht ein. Ich habe ferner darauf aufmerksam gemacht, daß wir eine ganze Reihe von Anlagen ausgeführt haben, welche mit Rückkühlung arbeiten und bei denen wir fast genau das theoretische Vakuum erzielen. Ich glaube, daß diese Tatsachen besser sprechen als allgemeine Erwägungen.

Ich vermisse ferner von dem Herrn Vorredner Angaben über den Kraftbedarf seiner Pumpe. Es wäre mir sehr lieb gewesen, diese Angaben dann dem Kraftbedarf unserer Anlage gegenüber zu stellen. Ich glaube, daß doch der Kraftbedarf, das Vakuum und die Leistung ausschlaggebend sind und mehr besagen, als Bemängelungen einzelner Teile, auf die ich leider mit Rücksicht auf die Kürze der Zeit nicht näher eingehen kann.

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Durch den soeben gehörten, von ernstem wissenschaftlichen Geist durchwehten Vortrag sind wir mit schwierigen Details der Dampfströmungen bekannt geworden. Ich darf daher Herrn Professor Josse in Ihrem Namen unseren herzlichen Dank aussprechen für die Mühe, die er sich für uns gegeben hat.

Nachtrag.

Zu der Diskussion über den obigen Vortrag erbittet noch Herr Professor M. Leblanc - Val sur Seine das Wort, indem er uns folgenden Brief übersandte, den wir mit Zustimmung des Herrn Geheimrat Professor Josse zum Abdruck bringen:



Val sur Seine 15. Dezember 1911.
Croissy sur Seine (S. et O.)

An den Herrn Geschäftsführer der Schiffbautechnischen Gesellschaft,
Berlin.

Sehr geehrter Herr!

Bezugnehmend auf den Vortrag des Herrn Professor Josse in der diesjährigen Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft erlaube ich mir darauf hinzuweisen, daß die in diesem Vortrag unter dem Namen „Strahlkältemaschine, Bauart Josse-Gensecke" vorgeführte Maschine in allen wesentlichen Punkten identisch ist mit der Kältemaschine, welche ich vor mehreren Jahren in Gemeinschaft mit der Ste. An. Westinghouse Paris entworfen habe, und welche seither in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben worden ist.

Maschinen dieser Art sind seit mehr als drei Jahren in Frankreich im industriellen Betrieb. Von der französischen Kriegsmarine werden sie für die neuerdings eingeführte Kühlung der Munitionskammern auf Kriegsschiffen verwendet. Fünf Panzerschiffe der Dantonklasse sowie der Kreuzer „Suffren" sind bereits mit solchen Kältemaschinen ausgerüstet; für vier weitere im Bau befindliche Panzer von je 23 000 Tonnen ist ihre Einführung beschlossen worden.

Bereits im Jahre 1908 habe ich dem ersten internationalen Kältekongreß zu Paris eine solche Maschine im Betrieb vorgeführt. Im Mai 1910 hat Herr Professor Linde in der Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins zu Berlin über diese Maschine eingehend gesprochen. Im Mai dieses Jahres habe ich vor der französischen Schiffbautechnischen Gesellschaft über das gleiche Thema einen Vortrag gehalten, von dem ich anbei einen Abdruck überreiche.

Die von Herrn Professor Josse als bedeutsame Neuerung dargestellte Einführung von Luft aus dem Kondensator in den Verdampfer war nachweislich vor mehr als 5 Jahren der Gegenstand eingehender Untersuchungen von meiner Seite und zahlreicher Versuche im Laboratorium der Ste. An. Westinghouse. Ich habe diese Versuche in meinen Veröffentlichungen nicht erwähnt, da ich mir darüber klar geworden bin, daß auf diese Weise eine Verbesserung nicht zu erzielen ist.

Im ersten Augenblick scheint dies Verfahren aussichtsreich. Da der Druck der in den Verdampfer eingeführten Luft sich zu dem des Wasserdampfs addiert, braucht zur Erzielung einer gewissen Temperatur das Vakuum im Verdampfer weniger hoch zu sein als es ohne Luftzuführung sein müßte. Dies bedeutet eine große Erleichterung im Entwurf des Dampfstrahlgebläses und vermeidet die Schwierigkeiten beim Ansaugen.

Aber die dem Kondensator entnommene Luft ist mit Wasserdampf gesättigt und führt in den Verdampfer fast ebensoviel Dampf ein, wie sie ihm nachher wieder entzieht. Der Nutzeffekt wird also illusorisch, es sei denn, daß man die Luft vor dem Eintritt in den Verdampfer durch Berührung mit sehr kaltem Wasser trocknet. Solches Wasser fehlt aber in den meisten Fällen. An Bord von Kriegsschiffen ist keinesfalls mit seinem Vorhandensein zu rechnen.

Eine Trocknung der Luft durch Kompression bei konstanter Temperatur verbietet sich wegen der Größe der aufzuwendenden Arbeit.

Nach Ausführung zahlreicher Versuche mit diesem Verfahren und gründlicher theoretischer Untersuchung seiner Möglichkeiten scheue ich mich nicht zu sagen, daß Herr Professor Josse sich hier trügerischen Hoffnungen hingibt.

Um eine mit Wasserdampf arbeitende Strahlkältemaschine von annehmbarem Wirkungsgrad herzustellen, muß man unbedingt den Luftdruck im Verdampfer niedriger halten als den der zu erreichenden Temperatur entsprechenden Dampfdruck. Hieraus folgt die Notwendigkeit, Strahlapparate mit sehr hohem Kompressionsverhältnis zu verwenden.

Die Schwierigkeiten, welche ich beim Entwurf solcher Apparate zu überwinden hatte, sind in meiner schon erwähnten Veröffentlichung eingehend beschrieben.

Um meine Priorität an der von Herrn Professor Josse vorgeführten Strahlkältemaschine zu wahren, bitte ich höflichst um Abdruck meines Schreibens im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft und zeichne

mit dem Ausdruck meiner vorzüglichen Hochachtung
Ihr ergebener
M. Leblanc.
Professor an der „Ecole Nationale Superieure des Mines"
in Paris und Ingenieur der Compagnie Westinghouse,
Val-de-Seine, Croissy (Seine).

Auf diese Zuschrift, die wir zur Erwiderung an Herrn Geheimrat und Professor Josse weiterreichten, ging folgende Antwort ein:

An die Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin NW. 6.

Charlottenburg, den 4. Januar 1912.

Zu den Ausführungen des Herrn Leblanc habe ich das Folgende zu bemerken:

Es ist nicht richtig, daß die Kältemaschine, Bauart Josse-Gensecke, in allen wesentlichen Punkten mit der Einrichtung nach System Westinghouse-Leblanc übereinstimmt. Das System Westinghouse-Leblanc ist in der Patentschrift 166 520 beschrieben und als eine Kombination von Dampfstrahlapparat und Wasserstrahlkondensator gekennzeichnet. Die Vereinigung dieser beiden Elemente ergibt die Einrichtung von Leblanc. Über die Entwicklung der Wasserdampfkältemaschine habe ich in dem Vortrag, den ich im Juni 1911 anläßlich der Tagung des deutschen Kältevereins in Dresden gehalten habe, berichtet. Ich habe ausgeführt, daß die Elemente, die zu einer Wasserdampfkältemaschine gehören, und der Arbeitsvorgang selbst, schon seit Jahrzehnten bekannt sind und daß somit die Arbeit des Konstrukteurs darin bestehen mußte, die Einrichtung so auszugestalten, daß die Schwierigkeiten, die sich bei der Umsetzung des längst bekannten Prinzipes in die Praxis ergaben, überwunden wurden.

Bei der Schaffung des Systems Leblanc erstrebte man die Lösung der Aufgabe durch die Vereinigung des Dampfstrahlapparates mit dem Wasserstrahlkondensator. Eine derartige Einrichtung ist zwar einfach, aber technisch nicht vollkommen.

Der Wasserstrahlkondensator hat bei der Verwendung für Wasserdampfkältemaschinen folgende Hauptnachteile:

1. er arbeitet nach dem Gleichstromprinzip,
2. er hat einen weiteren Vakuumverlust infolge der praktisch unzulänglichen Zuströmquerschnitte für den zu kondensierenden Dampf.

Bei der Kältemaschine System Josse-Gensecke sind diese Mängel grundsätzlich behoben, ohne daß die Einfachheit der Einrichtung irgendwie leidet. Es wird dies dadurch erreicht, daß die Kondensierung der aus dem Dampfstrahlapparat austretenden Dämpfe durch Oberflächenwirkung geschieht und die Förderung des Kondensates durch eine vom Kühlwasser betriebene Wasserstrahlpumpe.

Herr Leblanc behauptet weiter, daß auch er über den Einfluß von Luft auf das Verhalten einer derartigen Kältemaschine Untersuchungen angestellt habe, muß aber zugeben, daß er nichts davon veröffentlicht hat. Ich kann hier nicht feststellen, ob diese Behauptung zutreffend ist oder nicht, jedenfalls aber kann ich behaupten, daß ich als erster die Öffentlichkeit mit diesen Erscheinungen bekannt gemacht habe.

Bei seinen weiteren Schlußfolgerungen geht Herr Leblanc von falschen Voraussetzungen aus. Er meint, daß unser Bestreben, Luft zu verwenden, daraus entstanden sei, daß uns die Konstruktion des Dampfstrahlapparates Schwierigkeiten mache. Das ist natürlich nicht der Fall. Wir erreichen mit unseren Dampfstrahlapparaten, die ganz anders aussehen wie die Leblancschen, mindestens das gleiche, was Herr Leblanc erzielt, ohne daß wir gezwungen sind, Luft zu verwenden. Um die Leistungen genauer abzuwägen, fehlt es leider an entsprechenden Versuchen. Die einzigen Versuche an einer Leblancanlage, die mir bekannt geworden sind, sind bei einer Temperatur von + 13 etwa ausgeführt, die ungewöhnlich hoch ist.

Wir erreichen ohne Anwendung von Luft neuerdings Temperaturen bis zu — 10 C herab, woraus hervorgeht, daß unsere Dampfstrahlapparate mit einem hohen Kompressionsverhältnis arbeiten. Die Verwendung von Luft ist meines Erachtens besonders da am Platze,



wo es darauf ankommt, bei tiefen Temperaturen zu arbeiten. Die Verbesserung, die durch die Luft erzielt wird, haben wir auch schon zahlenmäßig bei einer Anlage festgestellt.

Der tatsächliche Arbeitsvorgang beim Betriebe mit Luft ist nicht so, wie ihn Herr Leblanc sich vorstellt. Der Partialdruck des Dampfes überwiegt den der Luft immer ganz beträchtlich. Das Kompressionsverhältnis ist das gleiche, wie beim Betriebe ohne Luft, nur ist durch die Verwendung der Luft die Möglichkeit der Erzielung tieferer Temperaturen gegeben. Daß man überhaupt in der Lage ist, mit der Temperatur tiefer herunter zu kommen, hat schon große praktische Bedeutung auch dann, wenn man von der Wirtschaftlichkeit völlig absieht. Wenn wir also Luft verwenden, so geschieht dies nicht, um uns den Bau des Dampfstrahlapparates zu erleichtern, sondern um tiefere Temperaturen zu erzielen, als dies nach dem gewöhnlichen Verfahren überhaupt möglich ist.

Zum Schluß möchte ich noch bemerken, daß auch meine Wasserdampfkältemaschine das Ergebnis jahrelanger Arbeit ist. Ich bin durch meine Untersuchungen zu Ansichten gelangt, die, insbesondere was die Energieumsetzung in dem Dampfstrahlapparat anbelangt, zum Teil recht wesentlich von den Leblancschen Anschauungen abweichen. Dementsprechend zeigt auch die konstruktive Durchbildung erhebliche Unterschiede. Wenn unter diesen Umständen Herr Leblanc eine Priorität an meiner Kältemaschine beansprucht, so sehe ich mich verpflichtet, dieser Auffassung energisch zu widersprechen, insbesondere, da ich die Überzeugung habe, daß meine Kältemaschine technische Fortschritte gegenüber der Leblancschen aufweist.

gez. Josse.

XIV. Einfluß der Drehrichtung der Schrauben bei Doppelschraubendampfern auf die Manövrierfähigkeit bei stilliegendem Schiff.

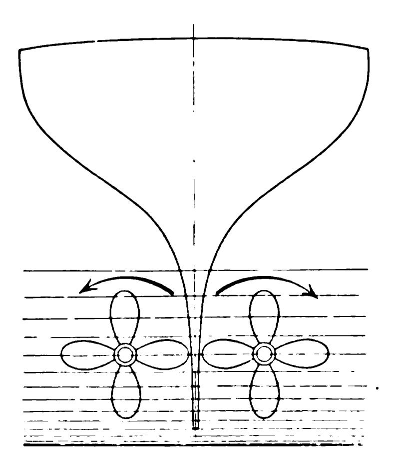
*Vorgetragen von **M. Walter**-Bremen.*

Zu den vielen Vorzügen der Doppelschraubendampfer gegenüber Einschraubendampfern gehört zweifelsohne die Fähigkeit der ersteren, sich in der Stillage, d. h. ohne Fahrt, mit alleiniger Hilfe von Maschinenmanövern, ohne Gebrauch des Ruders, beliebig nach jeder Seite auf der Stelle drehen zu können. Diese Eigenschaft des Drehens auf der Stelle ist im Schiffahrtsbetrieb von größerer Bedeutung, als man wohl gewöhnlich annimmt, und kommt nicht nur für kleinere Schiffe, die auf Flüssen, in Häfen oder auf engen Revieren viel manövrieren müssen, sondern auch für große und größte Kriegs- und Handelsschiffe in Frage, die ebenfalls häufig in die Lage kommen, aus der Ruhelage eine Wendung ausführen zu müssen, um beispielsweise in ein schräg zur Kielrichtung liegendes Hafenbassin oder Trockendock einzulaufen. Auch durch die stetig zunehmende Überfüllung der Häfen erlangt die Manövrierfähigkeit auf der Stelle eine immer größer werdende Bedeutung.

Bekanntlich wird bei Doppelschraubendampfern die Drehung auf der Stelle dadurch hervorgerufen, daß man die eine Maschine rückwärts und die andere vorwärts arbeiten läßt. Die Drehung des Schiffes erfolgt dann nach derjenigen Seite, an der die rückwärts arbeitende Schraube liegt. Durch letztere wird nämlich auf das Schiff eine nach hinten ziehende und durch die vorwärts arbeitende Schraube eine nach vorn schiebende Kraft, die beide in den Drucklagern auf das Schiff übertragen werden, ausgeübt. Es entsteht also ein Kräftepaar, welches auf das Schiff eine drehende Wirkung ausübt, deren Größe von der Maschinenleistung und der Entfernung der beiden parallel gedachten Wellenleitungen abhängig ist. Je größer also die Maschinenleistung ist und je weiter die Schraubenwellen auseinander liegen, desto größer ist das auf das Schiff ausgeübte Drehmoment.



Bei Doppelschraubendampfern sind nun die beiden Schrauben derart angeordnet, daß sie beim Vorwärtsfahren des Schiffes in ihrem oberen Teil entweder nach außen, d. h. von der Schiffsmitte weg, oder nach innen, d. h. nach der Schiffsmitte zu, schlagen. Die im Laufe dieses Vortrages vorkommenden kurzen Bezeichnungen „nach außen" oder „nach innen" schlagende Schrauben beziehen sich stets auf das Schiff in Vorwärtsfahrt und auf die obere Hälfte des Schraubenkreises. Denkt man sich nun hinter dem Schiffe befindich nach der Schiffsschraube blickend, so wird diese bekanntlich als rechtsdrehend bezeichnet, wenn sie sich im Sinne des Uhrzeigers dreht, und als linksdrehend, wenn die Drehrichtung entgegengesetzt der Bewegung des Uhrzeigers ist. Hiernach wird, wie aus Fig. 1 ersichtlich, bei vorwärts arbeitenden Maschinen



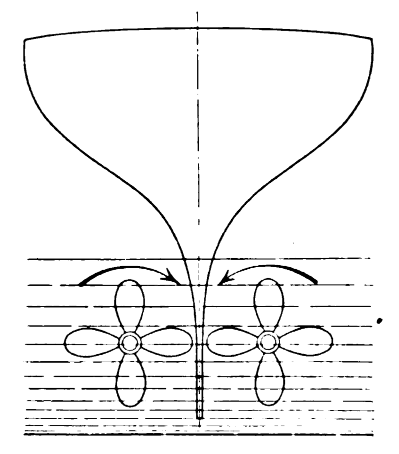


Fig. 1.

die eine Schraube rechtsdrehend, die andere linksdrehend sein. Diese Schraubenanordnung bezweckt, den mehr oder minder großen Einfluß, den, wie noch näher ausgeführt werden wird, eine sich allein drehende Schraube auf die Veränderung der Kursrichtung des Schiffes ausüben würde, durch die andere sich in entgegengesetzter Richtung drehende Schraube aufzuheben. Bei vorausfahrenden Schiffen üben also bei mittschiffsliegendem Ruder die Schrauben keine ablenkende Wirkung auf den Kurs des Schiffes aus, vorausgesetzt, daß die Leistungen der Maschinen und Propeller gleich sind.

Die größere Anzahl der vorhandenen Doppelschraubendampfer ist wohl mit nach außen schlagenden Schrauben ausgestattet, doch gab und gibt es auch noch eine Anzahl Doppelschraubendampfer, insbesondere kleinere Dampfer, die mit nach innen schlagenden Schrauben versehen sind. Es ist daher wohl die

Frage nicht unberechtigt: Warum wählt man die eine oder die andere Anordnung? Zunächst liegt wohl der Gedanke nahe, dies in Verbindung mit dem Einfluß auf die Schiffsgeschwindigkeit zu bringen. Doch der Unterschied an Geschwindigkeit, den man an ausgeführten Schiffen sowohl als auch in den verschiedenen Schleppversuchsanstalten mit Schiffen verschiedener Schraubendrehrichtungen festgestellt hat, ist praktisch gering und auch bald zugunsten der nach außen, bald zugunsten der nach innen schlagenden Schrauben. Im Laufe dieses Sommers in der Schleppversuchsanstalt des Norddeutschen Lloyd in Bremerhaven mit nach innen und außen schlagenden drei- und vierflügeligen Schrauben vorgenommene vergleichende Schleppversuche haben ebenfalls nur geringe Unterschiede in dieser Hinsicht ergeben. Bei diesen Versuchen waren bei einer Geschwindigkeit von unter 15 Knoten die nach innen schlagenden Schrauben etwas günstiger, dagegen bei höheren Geschwindigkeiten die nach außen schlagenden. Bei der Geschwindigkeit, für welche die Schraube konstruiert war, betrug der Geschwindigkeitsunterschied nur etwa 0,6 %. Bei der geringen Differenz und der Unsicherheit des Erfolges ist daher im allgemeinen die Rücksicht auf die Geschwindigkeit wohl kaum als ausschlaggebend für die eine oder andere Drehrichtung der Schrauben anzusehen. Daß diese Rücksichtnahme aber vereinzelt doch bestimmend für die Schraubendrehrichtung gewesen ist, dafür sind die beiden englischen Schnelldampfer „Lusitania" und „Mauretania" ein Beispiel. Diese sind mit 4 Schraubenwellen ausgestattet, die von Dampfturbinen angetrieben werden. Die beiden inneren Wellen, auf denen auch die Rückwärtsturbinen sitzen und die somit für das Manövrieren der Schiffe auf der Stelle in erster Linie in Frage kommen, drehen nach außen, während die beiden äußeren Wellen nach innen drehen. Als Grund für diese Anordnung der Drehrichtungen wird aber nicht die Rücksicht auf das gute Manövrieren in der Stillage, sondern werden die mit dem kleinen Versuchsboot erzielten besseren Geschwindigkeitsergebnisse angegeben.

Die häufigste Veranlassung zur Anordnung nach innen schlagender Schrauben liegt meiner Ansicht nach in der hiermit zusammenhängenden übersichtlicheren Anordnung und leichteren Zugänglichkeit der Maschinen von einem zwischen den Maschinen befindlichen Maschinistenstande aus.

Bei nach innnen schlagenden Schrauben ist bekanntlich beim Vorwärtsgang der Maschinen der Druck des Kreuzkopfes auf die Vorwärtsgleitbahn, der sich aus den in der Kolbenstange und Pleuelstange auftretenden Kräften ergibt, wie aus Fig. 2 ersichtlich, nach der Schiffsseite zu gerichtet. Einseitige Gleitbahnen werden daher in diesem Falle an den nach den Schiffsseiten zu gelegenen Maschinenständern angebracht. Die Maschinen können dann nach dem gewöhnlich

mittschiffs belegenen Maschinistenstande zu offen und für das Bedienungspersonal übersichtlicher und leichter zugänglich gehalten werden.

Bei nach außen schlagenden Schrauben ist der Druck beim Vorwärtsgang der Maschinen, wie aus Fig. 3 ersichtlich, nach der Schiffsmitte zu gerichtet, in welchem Falle die Vorwärtsgleitbahnen an den nach dem Maschinistenstande zu gelegenen Maschinenständern angebracht werden müssen, weshalb diese Maschinen von dem dazwischen befindlichen Maschinistenstand aus weniger bequem zugänglich und übersichtlich sind.

Für alle Maschinen, die nur mit einseitigen Gleitbahnen ausgestattet sind und einen mittschiffs liegenden Maschinistenstand haben, würde die Anordnung nach innen schlagender Schrauben wegen der oben angeführten Vorteile

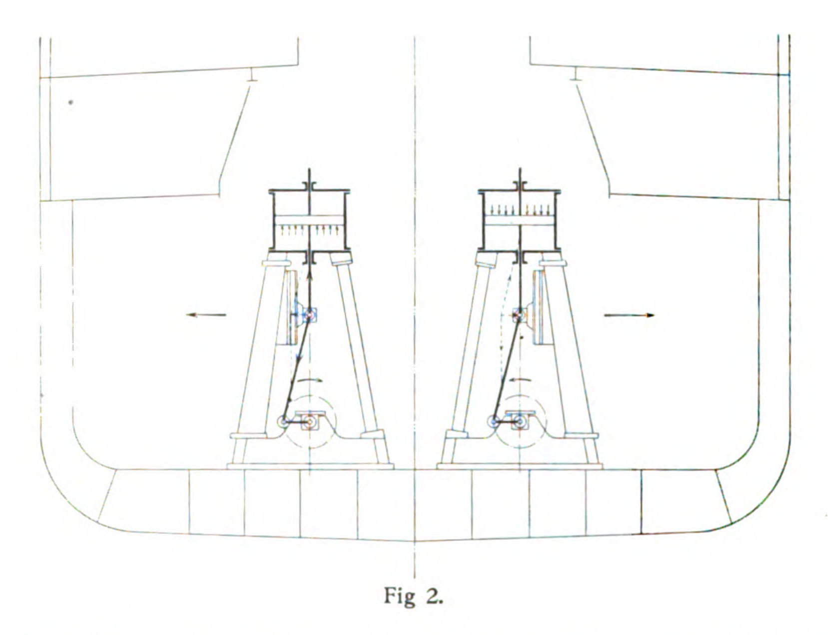


Fig 2.

durchaus berechtigt sein, wenn damit nicht anderweitige Nachteile verknüpft wären.

Unter diesen führe ich kurz der Vollständigkeit wegen an, daß auf dem Wasser treibende, von den Schrauben angesogene Gegenstände, wie Eisschollen usw., infolge der Einwärtsdrehung der Schraubenflügel zwischen Schiff und Schraube geraten können und leicht Zerstörungen oder Beschädigungen der Schraubenflügel veranlassen.

Ferner verursachen nach innen schlagende, in der Nähe der Schiffswand und nicht tief unter Wasser befindliche Schrauben infolge Gegenwerfens eines Wasserberges gegen die Schiffsseiten leicht starke Geräusche und unter Umständen auch Vibrationen des Schiffes.



Ein sehr großer Nachteil der nach innen schlagenden Schrauben — und damit komme ich zu dem eigentlichen Thema meines Vortrages — besteht in dem ungünstigen Einfluß auf die Steuerfähigkeit des Schiffes ohne Fahrt. Dieser Einfluß ist wohl seit Einführung der Doppelschraubendampfer bekannt, doch waren die bedeutendsten Fachleute über dessen Größe recht verschiedener Ansicht. Ende der 70 er Jahre soll beispielsweise der verstorbene englische Schiffbauer Samuda bereits durch Veränderung der Drehrichtung der Schrauben eines von ihm erbauten Doppelschraubendampfers die schlechten Dreheigenschaften desselben beseitigt haben. In einer Diskussion, die sich im Jahre 1898 in der Institution of Naval Architects an einen Vortrag R. E. Froudes

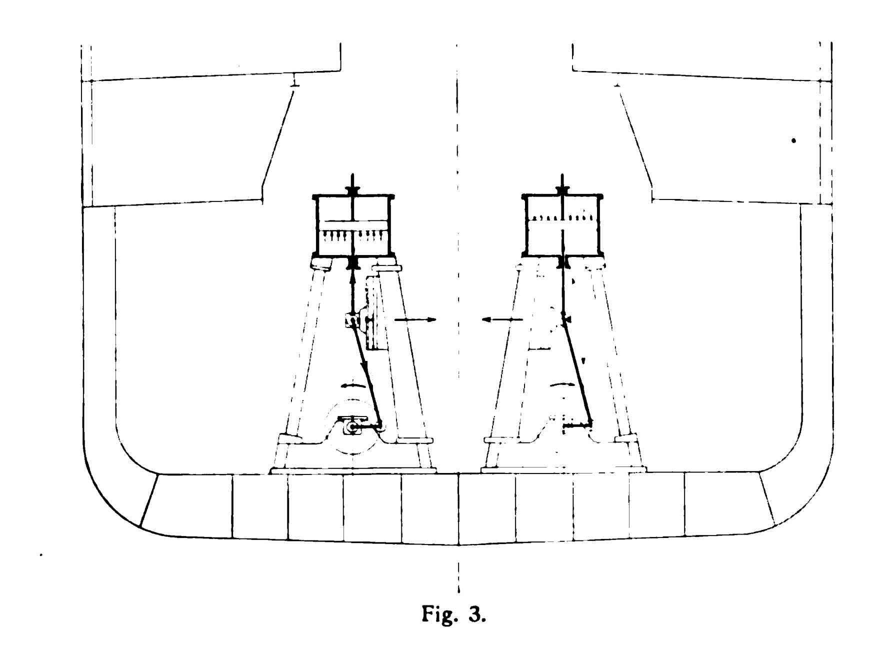


Fig. 3.

über den Einfluß der Drehrichtung der Schrauben auf die Schiffsgeschwindigkeit anschloß, äußerte beispielsweise ein Mr. Watkins, daß nach seinen Erfahrungen Dampfer mit nach innen schlagenden Schrauben weit schlechter drehen als mit nach außen schlagenden. Mit dem kleinen Schleppdampfer „Oceana“ von 140′ Länge, der mit nach innen schlagenden Schrauben ausgestattet war, habe er die Erfahrung gemacht, daß dieses Schiff auf der Stelle gar nicht drehen könne und bei langsamer Fahrt einen Drehkreis von ca. 1/2 Seemeile Durchmesser beschreibe. Durch Vertauschung der Schrauben habe er diese Übelstände beseitigt. Dagegen sprach sich der frühere Chefkonstrukteur der englischen Marine, Sir William White, dahin aus, daß nach seinen weitgehenden Erfahrungen die Drehfähigkeit der Schiffe durch nach innen schlagende Schrauben nicht notwendig leiden müsse.

Jedenfalls könne man durch geeignete Formgebung des Hinterschiffes und Ruders eine etwaige nachteilige Wirkung der nach innen schlagenden Schrauben vermeiden, so daß Schiffe mit nach innen schlagenden Schrauben ebenso gut drehen wie solche mit nach außen schlagenden.

Im Jahre 1903 wurde anläßlich eines Vortrages in der United Service Institution die Frage aufgeworfen: Sollen die Propeller bei künftigen Neubauten von Schlachtschiffen ein- oder auswärts drehen? Der englische Admiral Sir Hopkins äußerte in der Diskussion hierüber, daß auf Grund seiner Erfahrungen mit zwei Schiffen der englischen Mittelmeerflotte die nach innen schlagenden Schrauben das Drehvermögen der Schiffe beim Stilliegen derartig beeinträchtigten, daß ein Drehen am Platze beinahe unmöglich sei. Er wurde in dieser Ansicht auch von dem Admiral Lord Charles Beresford unterstützt; dagegen äußerte Admiral Parr, daß er zwar davon gehört habe, daß Schiffe mit nach innen schlagenden Propellern nicht so gut auf der Stelle drehen sollen, wie solche mit nach außen schlagenden, daß er aber selbst derartige schlechte Erfahrungen auf Doppelschraubendampfern mit nach innen schlagenden Schrauben nicht gemacht habe, welcher Ansicht sich auch der Admiral Freemantle anschloß. Diese Diskussion veranlaßte auch noch den früheren amerikanischen Chef-Maschineningenieur Admiral Melville, sich ebenfalls zugunsten der nach innen schlagenden Schrauben zu äußern, da wichtige technische Gründe für diese Anordnung sprächen, denen nicht annähernd gleichwertige Vorteile der auswärts schlagenden entgegenständen, und nach den Erfahrungen bei tiefgehenden Schiffen ein Unterschied in der Drehfähigkeit zwischen nach außen und nach innen schlagenden Schrauben auf die Manövrierfähigkeit des Schiffes nicht in Frage käme; während der bekannte amerikanische Schiffskonstrukteur Taylor im Scientific American die Ansicht bestimmt zum Ausdruck brachte und auch theoretisch erklärte, daß nach innen drehende Schrauben die Manövrierfähigkeit stilliegender, nur mit den Maschinen arbeitender Zweischraubenschiffe verringern oder aufheben.

Nachdem die bisherigen verschiedenen Ansichten bedeutender Fachleute kein einwandfreies Urteil über diese Frage zuließen, ordnete im Jahre 1903 die Marinesektion des österreichischen Reichs-Kriegsministeriums, deren neue Schlachtschiffe alle mit nach innen schlagenden Propellern ausgestattet waren, Versuche an, um einen sicheren Aufschluß hierüber zu geben. Für die Versuche wurde der österreichische Kreuzer „Leopard", ein Schiff von 71,4 m Länge, 10,36 m Breite mit einem Tiefgang von 4,75 m, zur Verfügung gestellt. Diese wurden zunächst mit nach innen und dann mit nach außen schlagenden Schrauben ausgeführt. Das Schiff besaß 2 dreiflügelige Propeller von 3,81 m Durchmesser bei 5,482 m



Steigung mit einem Abstand der Schraubenmitten von 4,64 m. Die Schrauben saßen somit verhältnismäßig tief unter Wasser und entfernt von der Schiffswand. Die Versuche fanden bei ruhigem Wetter sowohl in Fahrt wie in der Stillage statt. Mit Rücksicht auf die Maschinen wurde nicht über eine ca. 13 Knoten Geschwindigkeit entsprechende Tourenzahl hinaufgegangen, um sie beim Rückwärtsarbeiten nicht zu sehr anzustrengen.

Zunächst wurden Geschwindigkeitsversuche mit beiden Drehrichtungen der Schrauben vorgenommen und hierbei ein geringer Unterschied zugunsten der nach innnen schlagenden Schrauben festgestellt. Dann wurden Drehversuche in Fahrt mit vorwärtsarbeitenden Maschinen und übergelegtem Ruder ausgeführt und dabei konstatiert, daß die Beschreibung des Drehkreises für beide Schraubendrehrichtungen nahezu gleich lange dauerte und der Durchmesser des Drehkreises bei nach außen schlagenden Schrauben etwas größer war, als bei nach innen schlagenden. Die Versuche in der Stillage des Schiffes wurden sowohl mit mittschiffs liegendem Ruder wie auch mit nach der Innen- und Außenseite des Drehkreises gelegtem Ruder und mit verschiedenen Tourenzahlen der beiden Maschinen ausgeführt. Einmal machte die außen liegende Maschine mehr Umgänge als die innen liegende, das andere Mal umgekehrt die innen liegende mehr Umgänge als die außen liegende Maschine. Auffälligerweise sind keine Drehversuche mit gleichen Tourenzahlen beider Maschinen ausgeführt. Mit den verschiedenen Tourenzahlen ist immer eine Vor- oder Rückwärtsbewegung der Schiffe verknüpft, während bei gleichen Tourenzahlen das Schiff nahezu auf der Stelle dreht. Die verschiedenen beobachteten Zeiten für volle Drehkreise ergaben Mittelwerte, die für beide Schraubendrehrichtungen wiederum nahezu gleich waren.

Aus den Ergebnissen dieser Versuche wurde gefolgert, daß die Anordnung nach innen schlagender Schrauben hinsichtlich der Steuerfähigkeit des Schiffes in Fahrt und des Wendevermögens vom Stillstande aus gleichwertig sei der Anordnung nach außen schlagender Schrauben, so daß infolgedessen kein Anlaß vorliege, von der Anordnung der nach innen schlagenden Schrauben abzugehen, um so weniger, da hiermit noch der Vorteil der leichteren Zugänglichkeit und Bedienbarkeit der Maschinen verknüpft ist.

Die Mitteilungen über diese Versuche mit dem Kreuzer „Leopard", sowie die Mehrzahl der vorhergehenden Angaben über die verschiedenen Anschauungen bedeutender Fachleute sind in einem Aufsatz enthalten, der im Heft 2 der „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens", Jahrgang 1904, erschienen ist. In der Annahme, daß dieser Aufsatz nicht allgemein bekannt ist, habe ich hier

einen kurzen Auszug gegeben, soweit mir derselbe für die Behandlung meines Themas zweckmäßig erschien.

Durch die Versuche mit dem österreichischen Kreuzer „Leopard" scheint somit die Frage des Einflusses der Drehrichtung der Schrauben auf die Drehfähigkeit der Schiffe zugunsten oder wenigstens nicht zuungunsten der nach innen schlagenden Propeller entschieden zu sein. Wenn ich nun trotzdem diese schon so oft behandelte Frage heute wieder aufnehme, so liegt die Veranlassung hierfür in den ungünstigen Erfahrungen, die wir beim Norddeutschen Lloyd mit zwei kleineren Doppelschraubendampfern mit nach innen schlagenden Propellern in letzter Zeit gemacht, und in dem unzweifelhaften Erfolg, den wir durch Veränderung der Drehrichtung der Schrauben erzielt haben. Es sind dies die beiden kleinen Passagierdampfer „Gazelle" und „Vorwärts", von denen der erstere während der Sommermonate in der Passagierfahrt auf der Weser zwischen Bremen und Vegesack und der letztere als Passagiertender für den Revierdienst zur Beförderung der Passagiere von und an Bord der transatlantischen Dampfer auf der Unterweser in Bremerhaven Verwendung findet. Beide Schiffe müssen sehr viel in beschränktem Fahrwasser manövrieren, in dem schlechte Dreheigenschaften sich häufig und sehr unangenehm bemerkbar machen.

Die Abmessungen des Dampfers „Gazelle", Fig. 4, sind:

Länge zwischen Steven . . . . 32,00 m.
Breite im Deck . . . . 5.20 „
Seitenhöhe . . . . 2,30 „
Brutto-Raumgehalt . . . . 121 Registertons
2 Kompoundmaschinen von zusammen ca. . . . . 270 iPS.
Umdrehungen pro Minute ca. 230
2 dreiflügelige nach innen schlagende Schrauben von 1300 mm Durchmesser, 2500 mm Steigung.
Entfernung der Schraubenmitten . . . . 1800 mm.
Geschwindigkeit . . . . 12 Knoten.

Der Tiefgang hinten beträgt 1,37 m; die Schrauben liegen daher ziemlich nahe der Wasseroberfläche und außerdem bei 1800 mm Schraubenmittenentfernung nahe der Schiffsseite.

Ich mache noch darauf aufmerksam, daß im Hinterschiff keine Schraubenöffnung vorhanden ist und daß das Ruder oberhalb der Wasseroberfläche noch Ruderfläche besitzt. Ferner ist zu beachten, daß dieses Schiff im Verhältnis zu dem geringen Tiefgang viele und hohe Aufbauten besitzt, die dem Winde eine große Angriffsfläche bieten.

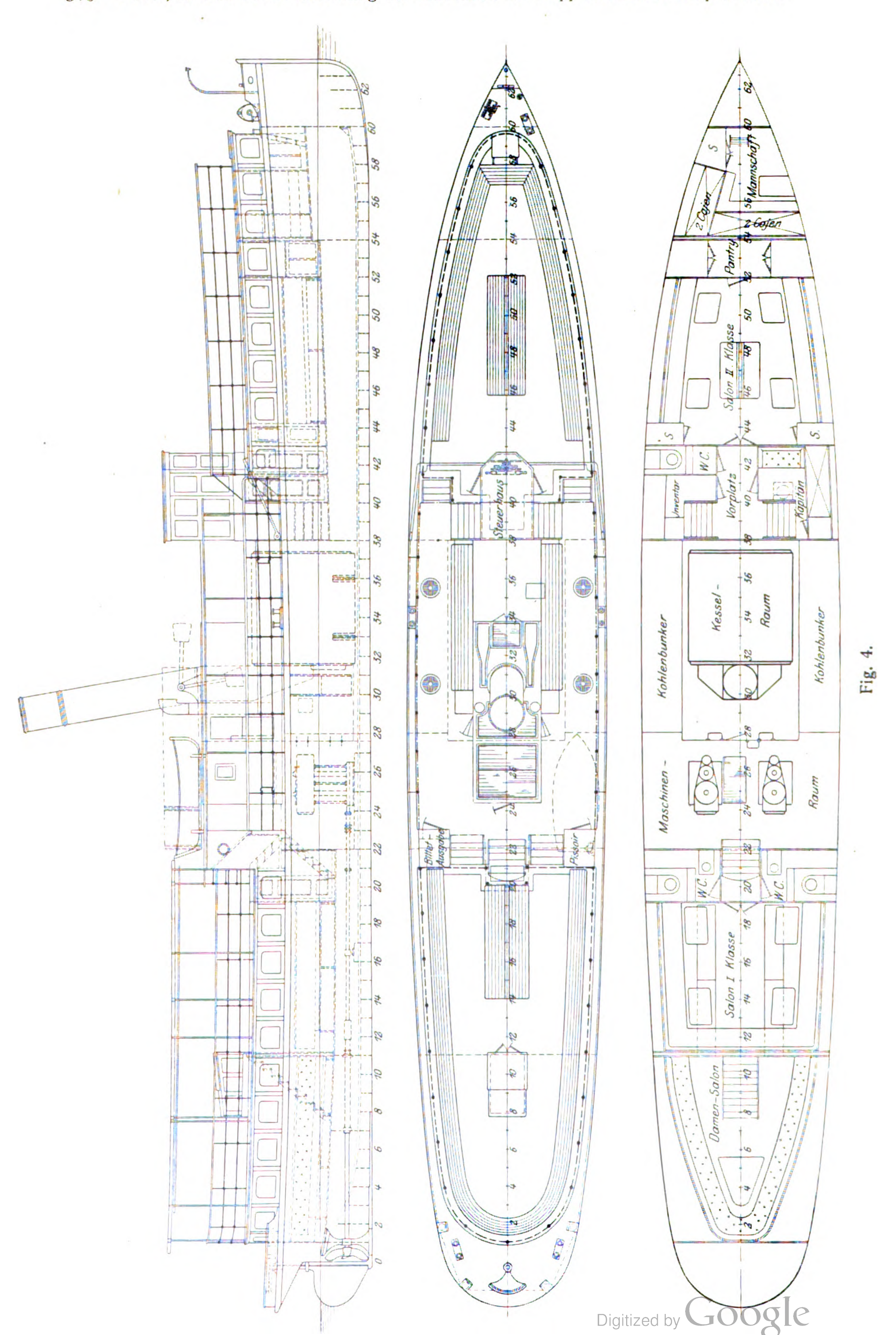

Mannschaft
2 Cojen
2 Cojen
Pantry
Salon II. Klasse
S.
S.
W.C.
Vorplatz
Inventar
Kapitän
Steuerhaus
Kohlenbunker
Kessel-
Raum
Kohlenbunker
Maschinen-
Raum
Büffet-
Ausgabe
Pissoir
W.C.
W.C.
Salon I. Klasse
Damen-Salon

Fig. 4.

Der Dampfer wurde im Jahre 1901 von G. Seebeck, Bremerhaven, erbaut.

Die Abmessungen des Dampfers „V o r w ä r t s“, Fig. 5, sind:

Länge zwischen Steven	62,60 m.
Breite in der W. L.	9,50 „
Seitenhöhe	3,95 „
Brutto-Raumgehalt	758 Registertons
2 dreifache Expansionsmaschinen von zusammen ca. 1000 iPS.	
Umdrehungen pro Minute ca.	135
2 vierflügelige nach innen schlagende Schrauben von 2550 mm Durchmesser, 3600 mm Steigung.	
Entfernung der Schraubenmitten	3000 mm
Geschwindigkeit	13,5—14 Knoten.

Bei einem hinteren Tiefgang von 2,7 m liegen auch diese Schrauben ziemlich nahe der Wasseroberfläche und außerdem bei 3000 mm Schraubenmittenentfernung nahe der Schiffswand.

Beachtenswert ist die große, noch über die Wasseroberfläche hinausragende Schraubenöffnung im Hinterschiff und die Form des Ruders, bei der die Ruderfläche ganz unter Wasser liegt. Auch bei diesem Schiff bieten die verhältnismäßig hohen und umfangreichen Aufbauten dem Wind eine große Angriffsfläche.

Dieser Dampfer wurde im Jahre 1906 vom Bremer Vulkan, Vegesack, erbaut

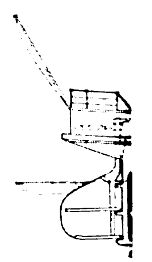
Sehr interessant ist hierbei, daß beide Schiffe in unserer Flotte je ein älteres Schwesterschiff mit nach a u ß e n schlagenden Schrauben besitzen, nämlich die Dampfer „Libelle“ und „Glückauf“. Dampfer „Libelle“, das Schwesterschiff vom Dampfer „Gazelle“, ist bereits im Jahre 1885 bei der Aktiengesellschaft „Weser“ in Bremen und Dampfer „Glückauf“, das Schwesterschiff des Dampfers „Vorwärts“, im Jahre 1901 ebenfalls bei der Aktiengesellschaft „Weser“ gebaut. Während man nun von diesen älteren beiden Schiffen nie Klagen über die Steuerfähigkeit gehört hatte, liefen von den neueren beiden mit nach i n n e n schlagenden Schrauben versehenen Schiffen schon kurz nach Indienststellung Klagen über schlechtes Steuern derselben ein.

Bei dem Dampfer „Gazelle“ dachten wir nicht daran, diese Erscheinung mit den nach i n n e n schlagenden Schrauben in Verbindung zu bringen. Da die eingelaufenen Klagen sich insbesondere auf das schwierige Ablegen von den Anlegern bei heftigem, ungünstigen Winde bezogen, so nahmen wir an, daß die verhältnismäßig vielen und hohen Aufbauten und der größere Sprung die Ursache hierfür seien. Bezüglich des Dampfers „Vorwärts“ machte jedoch schon vor dessen Abnahme-Probefahrt der für dieses Schiff bestimmte Kapitän darauf

aufmerksam, daß er wegen der nach innen schlagenden Schrauben Bedenken bezüglich der Steuerfähigkeit hege. Auf der Probefahrt wurden dann Drehversuche in der Fahrt vorgenommen und dabei kein bemerkbarer Unterschied in den Zeiten, die für die ganze Drehung erforderlich waren, gegenüber dem älteren Schwesterschiff „Glückauf" mit nach außen schlagenden Schrauben festgestellt. Bald nach Indienststellung liefen jedoch fortwährend Klagen über die schlechte Manövrierfähigkeit besonders bei ungünstigem Winde ein. Wir gaben zunächst auch hier den höheren Aufbauten die Hauptschuld. Als jedoch der Kapitän später mit dem Schiff verschiedene Unfälle erlitten hatte, die auf das schlechte Drehen des Schiffes zurückzuführen waren, und als er mir erklärte, daß er auch einmal bei Windstille das ganz ruhig liegende Schiff mit den Maschinen nicht habe drehen können, sondern erst habe Fahrt in das Schiff bringen müssen, und daß er sich überhaupt nicht darauf verlassen könne, daß der Bug des stilliegenden Schiffes die Drehrichtung annehme, die er mit seinen Maschinenmanövern beabsichtige, sagte ich mir, daß die Ursache dieser Erscheinung doch mit dem Drehsinn der Schrauben zusammenhängen müsse, und stellte nun folgende Betrachtungen an.

Beim Manövrieren der Schiffe muß man zunächst streng zwischen einem in Fahrt befindlichen und einem stilliegenden Fahrzeug unterscheiden. Bei dem in Fahrt befindlichen Schiffe wird das Drehen desselben mittels des Wasserdrucks auf das schräg gestellte Ruder bewirkt, wobei das hierdurch erzeugte Drehmoment so groß ist, daß der Drehsinn der Schrauben auf die Schiffsdrehung wohl ohne praktischen Einfluß ist. In der Stillage des Schiffes würde ein Überlegen des Ruders allein ohne Wirkung auf die Wendung des ersteren bleiben. Diese muß vielmehr durch Maschinenmanöver hervorgerufen werden, ohne daß man das Ruder aus der Mittschiffslage zu drehen braucht. Da sich nun die Klagen über schlechtes Drehen immer nur auf das stilliegende Schiff bezogen, so untersuchte ich zunächst den Einfluß der Drehrichtung der Schrauben auf das nicht in Fahrt befindliche Schiff.

Arbeitet nun die eine Maschine rückwärts, die andere vorwärts, so hat man zwei sich nicht mehr nach entgegengesetzter, sondern nach derselben Richtung drehende Schrauben, wie aus Fig. 6 und 6a ersichtlich, vor sich. Beabsichtigt man beispielsweise eine Drehung des Schiffes nach Steuerbord (rechts), so muß die Steuerbordmaschine rückwärts und die Backbordmaschine vorwärts arbeiten. Bei nach innen schlagenden Schrauben dreht somit die Steuerbordschraube nach außen, d. h. nach rechts, die Backbordschraube nach innen, d. h. ebenfalls nach rechts. Wir haben es also in diesem Falle mit zwei nach rechts drehenden Schrauben zu tun. Die links liegende Schraube wirft nun, wenn sie nahe



(Seite 398 a.)

der Wasseroberfläche liegt, mit ihren oberen sich nach rechts drehenden Flügeln das Wasser infolge des in der Nähe der Oberfläche vorhandenen geringen Widerstandes in tangentialer Richtung von links vorn nach rechts hinten gegen die Schiffswand resp. den oberen Teil des mittschiffs stehenden Ruders. Diese gegen das Schiff geschleuderte Wassermasse, die um so wirksamer ist, je näher die Schraube an der Schiffsseite und in ihrem oberen Teile an der Wasseroberfläche liegt und je schneller sie sich dreht, sucht das Heck des Schiffes nach rechts zu drängen, während bei dem beabsichtigten Manöver, wo der Bug des Schiffes nach Steuerbord drehen soll, das Heck eine Bewegung nach links ausführen sollte. Dieser Wasserberg

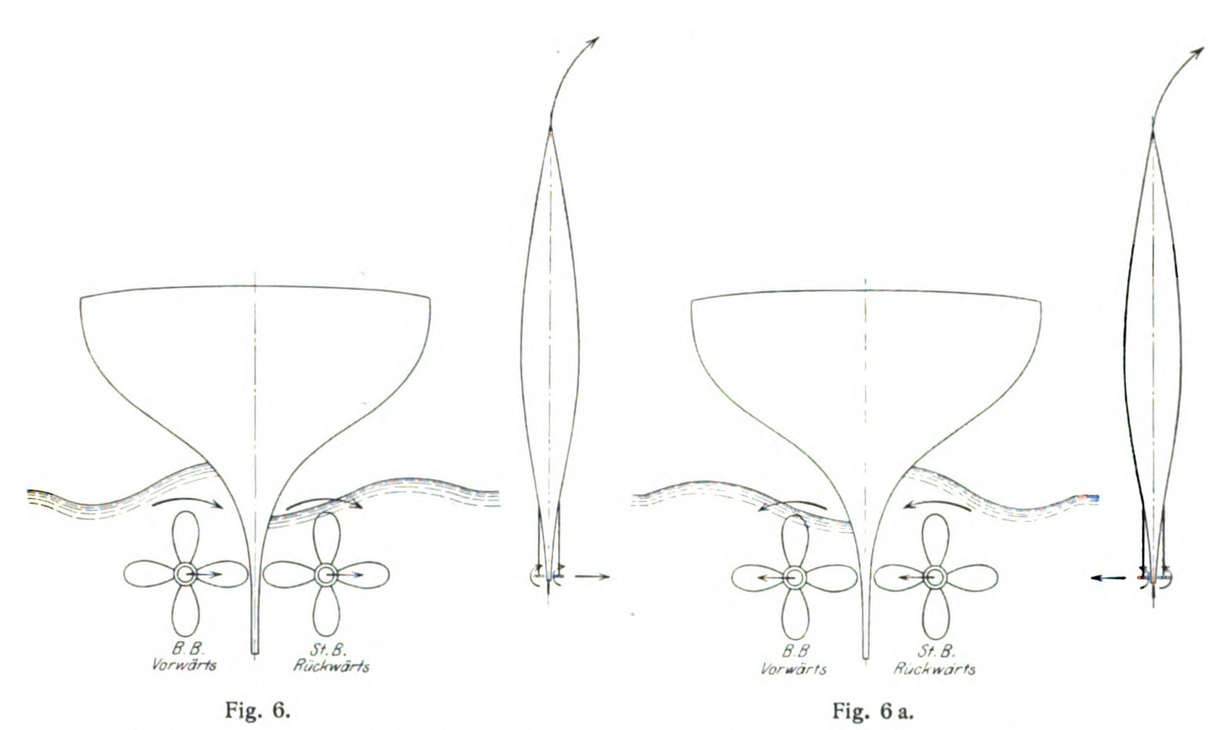


Fig. 6.

Fig. 6 a.

sucht also die beabsichtigte Schiffsdrehung zu verhindern. — Man wird nun einwenden können, daß die rechts befindliche Schraube in ihrer unteren Hälfte ebenfalls Wasser und zwar schräg nach vorn gegen das Hinterschiff wirft und dadurch die Wirkung der links liegenden Schraube aufhebt. Die wertvollen Versuche von den Herren Professor Ahlborn, Dr. Wagner und Geheimrat Flamm haben uns jedoch gelehrt, daß in tiefem ungestörten Wasser ein Herausschleudern von Wassermassen über die Peripherie des Flügelkreises hinaus nicht eintritt. Besonders wertvoll sind für unseren Fall des stilliegenden Schiffes mit der ortsfesten Schraube die Versuche von Herrn Professor Ahlborn, der uns in seinem Vortrage im Jahre 1905 den Strömungsvorgang in der stilliegenden Schraube vom Beginn der Bewegung in Lichtbildern so anschaulich vorgeführt hat. Die innerhalb der Schrauben

an der Druckseite stattfindenden zentrifugalen Beschleunigungen des Wassers werden am Umfang der Schraube durch den hier herrschenden großen Druck des umgebenden Wassers vernichtet; es bildet sich hier der bekannte Wirbelring. Bei der rechts liegenden Schraube verdrängen die oberen, sich nach rechts bewegenden Flügel das Wasser nach rechts. Hinter diesen Flügeln bildet sich nun, da die Wasserteilchen von vorn und hinten wegen des geringen hydrostatischen Druckes und von links her wegen des Schiffskörpers nicht so schnell zufließen können, ein mehr oder weniger tiefes Wellental, welches die das Heck nach rechts drängende Wirkung des von der links liegenden Schraube gegen das Schiff geworfenen Wasserberges noch verstärkt.

Bei nach außen schlagenden Schrauben ist die Drehrichtung derselben bei demselben Manöver des stilliegenden Schiffes — Bug nach rechts — entgegengesetzt. Wir haben es hier mit zwei nach links drehenden Schrauben zu tun, von denen die rechts befindliche einen Wasserberg schräg von rechts hinten nach links vorn gegen das Schiff wirft, während die links liegende Schraube das Wasser in der Nähe der Wasseroberfläche vom Schiff wegsaugt und dadurch den Wasserwiderstand, den das mit dem Hinterschiff nach links drehende Schiff erfährt, vermindert. Das beabsichtigte Drehmanöver des Schiffes wird daher bei nach außen schlagenden Schrauben energischer unterstützt als bei nach innen schlagenden Schrauben gehindert.

Ich glaubte nun schon hiermit eine genügende Erklärung für die eigenartigen Erscheinungen bei unserem Dampfer „Vorwärts" gefunden zu haben. Bei näherer Betrachtung der Zeichnung dieses Schiffes sagte ich mir jedoch, daß bei der großen Schraubenöffnung und der ganz unter Wasser liegenden Ruderfläche das von der einen Schraube nach dem Schiff geworfene Wasser diese Erscheinung allein nicht hervorrufen kann. Ich sagte mir dann, daß erfahrungsgemäß eine rechtsdrehende Schraube den Bug des stilliegenden Einschraubendampfers, dessen Maschine eben angeht, nach Backbord und das Heck nach Steuerbord drängt. Dies wird von Magginnis bekanntlich damit erklärt, daß der nach oben gerichtete Flügel einer vierflügeligen Schraube während einer Drehung nach rechts einen Wasserwiderstand erfährt, dessen Querschiffskomponente nach links gerichtet ist, wie Fig. 7 veranschaulicht, während der unten befindliche Flügel zu gleicher Zeit sich nach links bewegt und einen nach rechts gerichteten Wasserwiderstand erfährt, welch letzterer größer ist, als der auf den oberen Flügel wirkende nach links gerichtete Wasserwiderstand. Die Verschiedenheit des Druckes beruht bekanntlich auf dem geringeren Wasserwiderstand, den die oberen Schraubenflügel in der Nähe der Wasseroberfläche gegenüber den unteren, in dichterem Wasser arbeitenden

erfahren. Magginnis erklärt diesen geringeren Druck dadurch, daß das Wasser in der Nähe der Oberfläche infolge des geringen hydrostatischen Druckes nicht so schnell dem vorangehenden Schraubenflügel nacheilen kann, und daß der nächste Flügel gestörtes, mit Luft erfülltes Wasser antrifft und infolgedessen einen geringeren Widerstand erfährt. Dieser Widerstand ist um so geringer, je mehr das Wasser an der Oberfläche zu Schaum geschlagen ist. Es bleibt also bei der rechts drehenden Schraube ein nach rechts gerichteter Überschuß des Widerstandes bestehen, der auf das Schiff übertragen wird und das Heck des Schiffes nach rechts, d. h. in der Richtung des oben befindlichen Schraubenflügels, zu drängen sucht. Bei einer links drehenden Schraube liegen die Verhältnisse umgekehrt; hier wird ein nach links gerichteter Druck übrig bleiben, der das Heck des Schiffes nach links zu drängen sucht. Diese Erscheinungen gelten jedoch nur für das stilliegende Schiff. Sobald es in Fahrt ist, wirkt die Schraube nicht mehr als Schaufelrad, sondern mehr und mehr als Schraube, wodurch das Wasser an der Oberfläche weniger gestört wird. Beim Vorwärtsgang kommt auch noch der Vorstrom in Frage, der bei völligen Schiffen ziemlich bedeutend und in den oberen Wasserschichten stärker als unten vorhanden ist. Dieser Vorstrom verstärkt den Druck auf der Druckseite der oberen Flügel, und so kommt es bekanntlich, daß die Schrauben in Fahrt eine andere Wirkung auf den Schiffkurs ausüben als in der Stillage. Auch hieraus geht hervor, daß man streng zwischen den Einflüssen in der Stillage und in Fahrt unterscheiden muß.

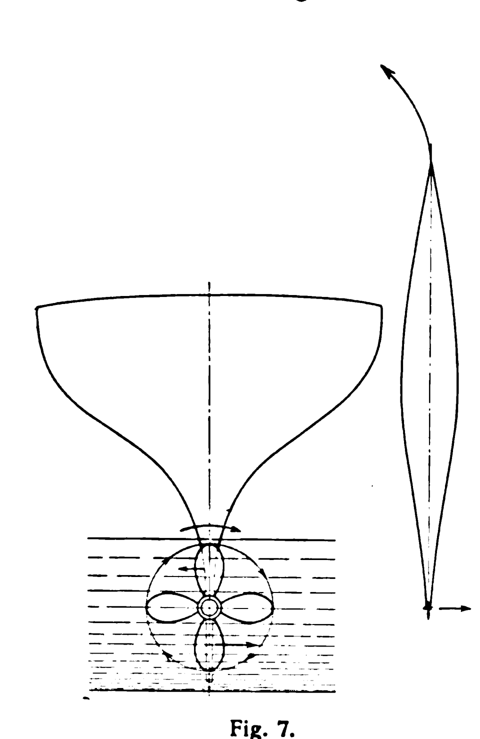


Fig. 7.

Bei einem Doppelschraubendampfer hat man nun, wie vorhin ausgeführt, beim Maschinenmanöver zwei entweder nach rechts oder nach links drehende Schrauben, deren Drehwirkungen auf das Heck sich addieren. Bei dem aus Fig. 6 ersichtlichen Beispiel nach innen drehender Schrauben haben wir es mit zwei sich nach rechts drehenden Schrauben zu tun, die nach dem eben Gesagten beide bestrebt sind, das Heck nach rechts zu drängen, d. h. entgegen der beabsichtigten Richtung.

Bei einem Schiff mit nach a u ß e n schlagenden Schrauben, das in der Ruhelage mit Maschinenmanöver allein nach rechts drehen soll, arbeitet die Steuer-

bordmaschine, wie gesagt, ebenfalls rückwärts, wie Fig. 6 a zeigt, und die Backbordmaschine vorwärts, beide mit nach links drehender Schraube. Die beiden nach links drehenden Schrauben drängen das Heck des Schiffes nach links, unterstützen also die beabsichtigte Drehrichtung des Schiffes.

Die Einwirkung wird um so größer sein, je näher die Schrauben der Wasseroberfläche liegen, je schneller sie laufen und je mehr Flügel die Schrauben haben, da durch die schnell aufeinander folgenden Flügel das Wasser oben mehr gestört wird.

Aus dem bisher Gesagten geht nun wohl unzweifelhaft hervor, daß die durch die Maschinenmanöver beabsichtigte Schiffsdrehung bei nach außen schlagenden Schrauben günstig und bei nach innen schlagenden Schrauben ungünstig beeinflußt wird. Die Beeinflussung kann, wie wir gesehen haben, je nach Lage und Beschaffenheit der Schrauben, des Hinterschiffes und Ruders größer oder geringer sein, sie wird aber stets das beabsichtigte Manöver unterstützen bezw. demselben entgegenwirken.

Diese theoretischen Erwägungen, die ich seinerzeit anstellte, ohne die angegebenen Veröffentlichungen in den „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens" zu kennen, brachten mir die feste Überzeugung bei, daß die nach innen schlagenden Schrauben die Ursache der schlechten Steuereigenschaften auf unserem Dampfer „Vorwärts" seien und daß eine Änderung der Drehrichtung das Übel beseitigen müsse. Infolgedessen entschlossen wir uns, einen Umbau unseres Dampfers „Vorwärts" dahingehend vorzunehmen, daß die Schiffsschrauben und die Kurbelwellen vertauscht, die Rückwärtsgleitbahnen durch Verbreiterung zu Vorwärtsgleitbahnen umgeändert und die Gleitschuhe der Kreuzköpfe mit Rücksicht auf die verhältnismäßig schmalen neuen Vorwärtsgleitbahnen (früher Rückwärtsgleitbahnen) hohl hergestellt und mit Wasserkühlung versehen wurden. Diese Arbeiten wurden von der Bauwerft des Schiffes, dem Bremer Vulkan in Vegesack, im Dezember 1906 ausgeführt und hatten den großen Erfolg, daß das Schiff nunmehr mit nach außen schlagenden Schrauben zu Klagen über die Manövrierfähigkeit keine Veranlassung mehr gab. Der Kapitän sprach sich andauernd lobend über die neuen Manövriereigenschaften aus. Es wurde nur noch auf seine Anregung hin im Mai 1910 die große Öffnung im Hinterschiff dicht gemacht, um die Wirkung des gegen den Schiffskörper geworfenen Wassers für eine Verbesserung der Drehfähigkeit mit nutzbar zu machen, was auch den gewünschten Erfolg hatte. Das Schiff brauchte vorher zu einer vollständigen Umdrehung durchschnittlich etwa eine Minute länger als nachher.

Dies beweist die Richtigkeit der Annahme des Einflusses des an die Schiffswand geworfenen Wasserberges. Dieser Einfluß muß stärker sein als der durch das

Schließen dieser Öffnung in deren unterem Teil vergrößerte Wasserwiderstand. Beim Drehen des Schiffes in Fahrt mit vorwärts arbeitenden nach außen schlagenden Schrauben fällt das Werfen des Wassers gegen das Schiff fort, und muß sich der vergrößerte Widerstand der geschlossenen Öffnung bemerkbar machen. Tatsächlich braucht das Schiff nach dieser Veränderung zu einer Drehung in voller Fahrt 10 Sekunden mehr; auch der Durchmesser des Drehkreises ist etwas größer als vorher.

Die seit der Umänderung Ende 1906 erzielten andauernd günstigen Ergebnisse mit der Manövrierfähigkeit des Dampfers „Vorwärts" führten dazu, Anfang 1908 dieser Veränderung der Maschinenanlage auch auf dem kleinen Dampfer „Gazelle" näherzutreten. Vor Ausführung der Umänderung wurde zu Anfang des Jahres 1908 mit Dampfer „Gazelle" bei Windstärke 6—7 im Hafenbecken II des Bremer Freihafens mit den alten nach innen schlagenden Schrauben noch ein Drehversuch veranstaltet, bei dem es nicht möglich war, das Schiff gegen den Wind auf der Stelle herumzudrehen.

Auf Grund dieses schlechten Ergebnisses wurde die sofortige Umänderung auch dieser Maschinenanlage beschlossen und im März 1908 von der Norddeutschen Maschinen- und Armaturenfabrik in Bremen ausgeführt. Danach wurden wieder Drehversuche bei ähnlichen Windverhältnissen, Windstärke 6—7, auf der Weser querab vom Bremer Vulkan in Vegesack gemacht, wobei das Schiff sowohl nach rechts wie nach links herum glatt und ohne Schwierigkeiten seine Drehungen von 360° vollzog. Seitdem versicherte der Führer dieses Schiffes auf wiederholte Nachfragen, daß dasselbe bezüglich seiner Manövriereigenschaften nun gut wäre und zu Klagen keine Veranlassung mehr gäbe.

Zur Illustration der eigenartigen Dreheigenschaften des Dampfers „Gazelle" mit seinen nach innen schlagenden Schrauben sei noch folgendes Manöver angeführt, das der Kapitän dieses Dampfers auf Grund seiner Erfahrungen bei den Drehungen dieses Schiffes auf der Stelle stets ausführte. Er arbeitete in einem solchen Falle stets nur mit einer Maschine, und zwar mit derjenigen Maschine, die auf der Seite liegt, nach welcher der Bug des Schiffes hindrehen sollte, aber nicht etwa rückwärts, sondern vorwärts, und legte dabei das Ruder nach der Seite der arbeitenden Schraube. Bei einer Drehung des Buges beispielsweise nach Backbord (links) wird nach den vorherigen Betrachtungen, wie aus Fig. 8 ersichtlich, einmal das Heck des Schiffes durch die Wirkung der sich beim Vorwärtsgang nach innen, d. h. nach rechts drehenden linken Schraube nach rechts gedrängt, also die beabsichtigte Schiffsdrehung unterstützt und zugleich auch das von dieser vorwärts arbeitenden Schraube schräg nach hinten geworfene Wasser

gegen das nach Backbord schräg gestellte Ruder geworfen und hierdurch ein Druck auf das Ruder ausgeübt, der ebenfalls die beabsichtigte Drehung unterstützt. Da nun durch dieses Manöver nicht nur eine Drehung in dem beabsichtigten Sinne, sondern auch eine Fortbewegung des Schiffes durch die vorwärts arbeitende Schraube erzielt wurde, so mußte bei beschränkten Raumverhältnissen die Maschine bald wieder gestoppt werden und eine Zeitlang rückwärts arbeiten, um die Fahrt aus dem Schiffe herauszubringen; darauf begann dasselbe Manöver von neuem, wodurch schließlich, wenn auch erst nach längerer Zeit, erreicht wurde, daß das Schiff auf einem verhältnismäßig beengten Raum drehte. Das Manöver dauerte, wenn der Wind ungünstig war, allerdings sehr lange und führte auch häufig zu großen Verspätungen in den fahrplanmäßigen Abfahrten.

Nachdem nun bei diesem Schiff die Schrauben umgesetzt sind und beim Vorwärtsgang nach außen schlagen, arbeitet der Schiffsführer wieder normal, läßt also die eine Schraube vorwärts, die andere rückwärts arbeiten, wobei er die gewünschte Drehung ohne Schwierigkeiten erzielt.

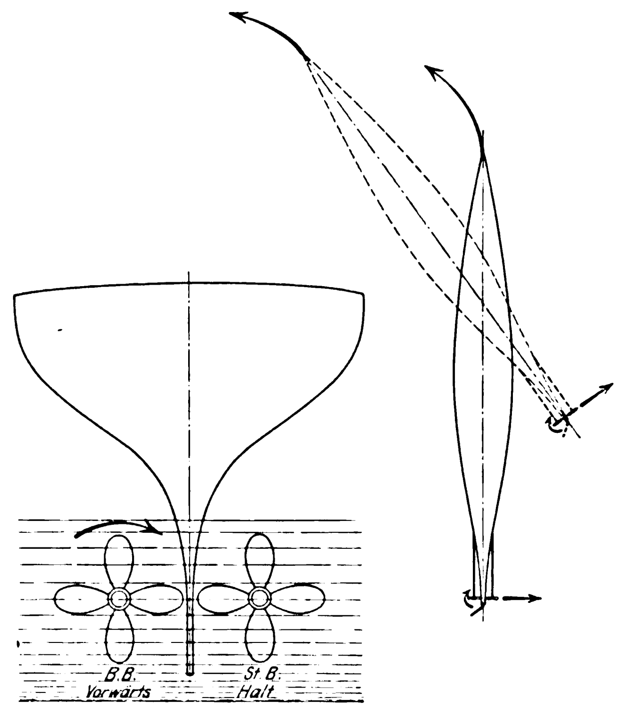


Fig. 8.

Beide Schiffsführer behaupten auch, daß nach der Schraubenänderung die Schiffsgeschwindigkeit sich nicht vermindert habe. Der Kapitän vom Dampfer „Vorwärts" glaubt sogar, eine merkbare Geschwindigkeits z u n a h m e konstatieren zu können.

Aus den im regulären Betriebe mit diesen beiden Dampfern gewonnenen Ergebnissen, die übereinstimmen mit den vorher angeführten theoretischen Erwägungen, glaube ich nun wohl den Schluß ziehen zu dürfen, daß es unter allen Umständen für das gute Manövrieren des stilliegenden Doppelschraubendampfers zweckmäßig ist, die Maschinenanlage so anzuordnen, daß beim V o r w ä r t s gang des Schiffes die Schrauben nach a u ß e n schlagen, da die nach i n n e n schlagenden Schrauben n i e eine V e r b e s s e r u n g der Steuerfähigkeit erzielen, wohl

aber sicher einen mehr oder minder merkbaren Einfluß auf die Verminderung des Drehvermögens des stilliegenden Schiffes ausüben.

Es ist daher nicht zu empfehlen, zugunsten einer übersichtlicheren Maschinenanlage eine so wichtige Eigenschaft wie das Drehvermögen des Schiffes in der Stilllage durch die Anordnung nach innen schlagender Schrauben zu gefährden.

Ich halte mich für verpflichtet, an dieser Stelle auch noch zu erwähnen, daß unser verehrter Herr Vorsitzender, Herr Geheimrat Busley, in seinem bereits im Jahre 1886 erschienenen großen Werke „Die Schiffsmaschine" die Einflüsse der Schrauben auf das Drehvermögen der Schiffe sehr eingehend behandelt hat. Im letzten Absatz seines Werkes empfiehlt er ebenfalls, bei Doppelschraubendampfern die Schrauben nach außen schlagen zu lassen. Wenn auch Herr Geheimrat Busley zu demselben Ergebnis gekommen ist, wie ich, so darf ich doch nicht verhehlen, daß wir in den Begründungen hierfür abweichen. Während ich das Nachaußenschlagen der Schrauben mit Rücksicht auf das Manövrieren des Schiffes in der Stillage für richtig halte, empfiehlt dies Herr Busley mit Rücksicht auf den besseren Einfluß auf die Ruderwirkung des in Fahrt befindlichen Schiffes. Ich darf wohl annehmen, daß Herr Geheimrat Busley, wenn er sich zu der sehr wünschenswerten Herausgabe der dritten Auflage seines Werkes entschließen sollte, seine Begründung für die Verwendung nach außen schlagender Propeller entsprechend der heutigen Erfahrung auf dem Gebiete der Strömungsvorgänge in der Schraube abändern wird.

Bevor ich meinen Vortrag schließe, möchte ich noch kurz versuchen, die Frage zu beantworten, woher es wohl kommt, daß namhafte Fachleute auf Grund eigener Erfahrungen und ausgeführter Drehversuche über eine anscheinend so einfache Sache, wie der Einfluß der Drehrichtung der Schrauben auf die Steuerfähigkeit des stilliegenden Schiffes, so verschiedenartige Anschauungen haben. Möglicherweise liegt dies zum Teil darin, daß von den einzelnen Beobachtern kein so scharfer Unterschied zwischen Schiffen in der Stillage und in der Fahrt gemacht worden ist, oder daß der eine oder andere Schiffsführer nicht so oft bei widrigen Winden Gelegenheit zu Manövern in der Stillage gehabt hat. Wahrscheinlich jedoch hängen die verschiedenartigen Erfahrungen mit der Lage der Schrauben zu der Wasseroberfläche und zur Schiffsseite zusammen, denn wir haben ja gesehen, daß, je tiefer die Schrauben unter Wasser liegen, je weiter sie von der Schiffswand entfernt sind, und je langsamer sie drehen, desto geringer der Einfluß auf die Steuerfähigkeit des Schiffes ohne Fahrt ist.

Am meisten Sorge haben mir die von unseren Erfahrungen abweichenden Ergebnisse der sorgfältigen Drehversuche mit dem österreichischen Kreuzer

„Leopard" bereitet. Ich glaube, den Grund hierfür in der tiefen und seitlichen Lage und der geringen Tourenzahl der dreiflügeligen Propeller und vielleicht auch darin suchen zu müssen, daß bei den Drehversuchen auf der Stelle das Schiff infolge der verschiedenen Umdrehungen der beiden Maschinen stets etwas Fahrt vor- oder achteraus gehabt haben muß. Bei meinen Erwägungen über das schlechte Manövrieren unserer beiden Doppelschraubendampfer in der Stillage habe ich keinen großen Wert auf Drehversuche gelegt; denn auch wir hatten bei den Drehversuchen mit unserem Dampfer „Vorwärts" gefunden, daß die Zeiten für eine volle Drehung bei gutem Wetter und, wenn sich das Schiff überhaupt in der angegebenen Richtung drehte, bei nach innen und außen schlagenden Schrauben fast gleich waren. Für mich handelte es sich nicht darum, festzustellen, ob die Drehung in einer um wenige Sekunden kürzeren Zeit oder mit etwas geringerem Durchmesser erfolgt, sondern um die Feststellung und Beseitigung der Unsicherheit, die bei nach innen schlagenden Schrauben für den Schiffsführer darin liegt, daß er sich auf die Manövriereigenschaften seines Schiffes nicht verlassen kann. Den Schiffsführern gut manövrierende Fahrzeuge zu schaffen, auf die sie sich in allen Fällen verlassen können, dies ist der Zweck des heutigen Vortrages.

Diskussion.

Herr Geheimer Regierungsrat und Professor Busley-Berlin:

Meine Herren! Als ich im Jahre 1883 die Begründungen niederschrieb, die Herr Direktor Walter soeben erwähnt hat, lagen mir nur die Versuche vor, welche wir mit unserem Panzerschiff „Sachsen" angestellt hatten, welches nicht lange vorher fertig geworden war. Das Schiff hatte nach innen schlagende Schrauben. Der damalige Kommandant, es war der Kapitän zur See Stenzel, vertrat auf Grund der Probefahrtsergebnisse die Ansicht, das Schiff würde besser steuern und kleinere Drehkreise beschreiben, wenn die Schrauben versetzt würden. Es wurde darauf ein solcher Versuch gemacht, der aber nicht ganz streng durchgeführt werden konnte. Den vertauschten Schrauben entsprechend mußten die Maschinen beim Vorwärtsfahren, um den umgekehrten Drehungssinn zu erzielen, rückwärts arbeiten. Nun besaß das Schiff Trunkmaschinen, und diese waren, wie üblich, so eingebaut, daß der Propellerwiderstand durch die Pleuelstangen in den Trunks nach oben abgeleitet wurde, um die Trunkstopfbüchsen zu entlasten und sie dadurch vor zu schnellem Undichtwerden zu schützen.

Bei den Fahrten mit nach außen schlagenden Schrauben hatten die unteren Flächen der Trunkstopfbüchsen nicht allein das Gewicht der Kolben mit den Trunks zu tragen, sondern auch den nach unten abgeleiteten Propellerwiderstand. Man konnte deswegen nicht anhaltend mit voller Kraft fahren. Die Vergleichsergebnisse ergaben deshalb keine absoluten, sondern nur relative Werte. Trotzdem ließ sich mit Sicherheit feststellen, daß das

Schiff mit den nach außen schlagenden Schrauben besser manövrierte als mit den ihm eigentümlichen nach innen drehenden Schrauben.

Diese Tatsache lag vor. Nun wurde nach einer Begründung hierfür gesucht, und dazu gab es damals keine andere Literatur als die Erfahrungen, welche Maginnis im Jahre 1879 veröffentlicht hatte und die sich sämtlich nur auf Einzelschrauben bezogen. Hätte ich damals das schöne Verfahren gekannt, das inzwischen durch Herrn Professor Ahlborn eingeführt wurde und das Herr Geheimrat Flamm weiter ausgebaut hat, dann wäre ich auch zu denselben Schlüssen gekommen, wie sie Herr Direktor Walter in seinem Vortrage zusammengefaßt hat. Meine Herren, ich bitte Sie zu bedenken, daß meine Ausführungen 28 Jahre zurückliegen und mir nur kümmerliches Material zur Verfügung stand. Wenn ich heute die Begründung zu schreiben hätte, würde sie sicherlich anders lauten. (Heiterer Beifall).

Herr Geheimer Regierungsrat Professor Flamm-Charlottenburg:

Königliche Hoheit, meine Herren! Ich stimme nicht in allen Punkten mit der Begründung überein, die Herr Direktor Walter für das verschiedenartige Arbeiten der nach innen beziehungsweise nach außen schlagenden Schrauben gegeben hat. Ich stehe auf dem Standpunkt — und da werde ich unterstützt durch Versuche, die wir hier in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau angestellt haben — daß es wohl richtig ist, zu sagen, daß, wenn die Schraube nicht allzu tief unter der Oberfläche des Wassers arbeitet, dann die von außen nach innen schlagenden Schrauben ungünstiger arbeiten und ungünstiger arbeiten müssen, als die von innen nach außen schlagenden, weil durch dieses Arbeiten sehr viel leichter Luft in den Schraubenraum hineingesaugt wird und dadurch der Axialschub der Schrauben sinkt. Arbeiten Sie mit den Schrauben von innen nach außen, wie das also auch im Schlußresultat als das günstigste von Herrn Direktor Walter festgestellt worden ist, so ist die Gefahr des Luftschluckens nicht in dem Maße vorhanden, und die Folge davon ist, daß die Schrauben auch bei der Fahrt günstiger wirken müssen.

Wenn ich die Zahl richtig im Gedächtnis habe — Herr Dr. Gebers weiß sie vielleicht noch etwas genauer — so haben wir bei den 4000 Versuchen, die mit selbstfahrenden Zweischrauben-Schleppkähnen im Kanalprofil in der Versuchsanstalt sowohl mit nach innen schlagenden wie nach außen schlagenden Schrauben gemacht worden sind, das Resultat gehabt, daß mit den Schrauben, die von außen nach innen schlugen, die also von außen die Luft heranholen konnten, die Maschinen 15% mehr Umdrehungen machen mußten, ohne die Schiffsgeschwindigkeit zu steigern, und das dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, daß der Wirkungsgrad der Schrauben nicht ein derart günstiger war, wie im anderen Falle.

Ich war aber auch nach einer anderen Richtung hin veranlaßt, die Ursache für das schlechtere Manövrieren auf der Stelle seitens der nach innen schlagenden Schrauben im Vergleich zu den nach außen schlagenden im jeweiligen Schraubenwirkungsgrad zu erblicken. Die Photographien, die ich selbst von Schrauben, die auf der Stelle arbeiten, genommen habe, zeigen nicht diejenigen Erscheinungen, auf die der Herr Vortragende die steuernde Wirkung gründet. Der Herr Vortragende weist auf die große Wassermasse hin, die bei von außen nach innen schlagenden Schrauben gegen die Bordwand geschleudert würde; ich habe solche Aufstauung des Wassers lediglich zu Beginn der Schraubendrehung, niemals aber dann beobachtet, wenn die Schraube einige Sekunden in Bewegung war; den Ahlbornschen Wirbelring, den der Herr Vortragende erwähnt, habe ich, sobald ein Beharrungszustand eingetreten war, niemals wahrgenommen. Ich glaube auch, daß dieser Ring höchstens im allerersten Beginn der Bewegung entsteht, ich habe auf allen Photographien der frei im Wasser arbeitenden Schraube, ortsfest oder in Fahrt, niemals einen Wirbelring beobachtet, auch nie eine Aufstauung des Wassers, sondern nur eine starke



Saugewirkung, eine sehr bedeutende Niveausenkung. Hier sind einige meiner Schraubenaufnahmen (Fig. 9—12), sowohl bei feststehend rotierender, wie fortschreitender Schraube; wo ist da die Wasseraufstauung, wo der Wirbelring? Vielleicht kann der letztere dadurch entstanden sein, daß Herr Professor Ahlborn seine Schraube gegen das Glasfenster in der Bassinwand arbeiten ließ, dann ist das nach hinten hinaus strömende Wasser an der Glasplatte gewissermaßen rikochettiert und hat so einen Wirbelring gebildet; die vom Herrn Vortragenden bei dem verschiedenen Schraubendrehsinn beobachtete Steuerwirkung schiebe ich im Gegensatz zu ihm in der Hauptsache auf den oben geschilderten, durch die Drehrichtung beeinflußten Schraubenwirkungsgrad.

Wenn Sie dies in Betracht ziehen, so ergibt sich daraus ohne weiteres die günstige Wirkung einer Schraube, die von innen nach außen schlägt, sei es daß sie vorwärts, sei es, daß sie rückwärts geht, und die ungünstige Wirkung einer Schraube, die von außen nach innen schlägt, weil eben hauptsächlich der Lufteintritt den Wirkungsgrad der Schrauben beeinflußt, und das, glaube ich, ist eine kleine Ergänzung, die zu den Ausführungen des Herrn Vortragenden nicht ganz uninteressant ist. Daß das gerade bei den beiden Schiffen

Schiffschraube in voller Fahrt, Wirbelring ist nicht zu erkennen, scheint auch nicht vorhanden. Keine Wasseraufstauung, zylindrischer Abstrom, starke Niveausenkung.

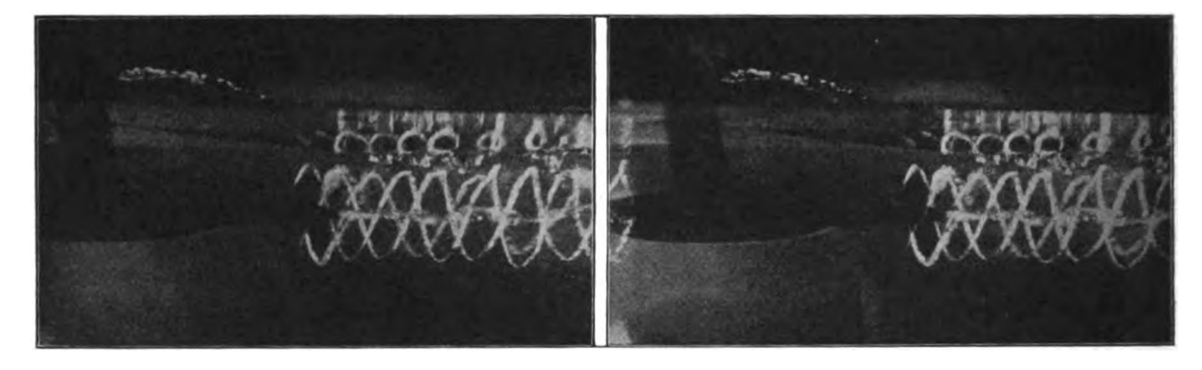


Fig. 9.

Schraube in Fahrt, kein Wirbelring, kein Wellenberg, nur Niveausenkung und zylindrischer Abstrom.

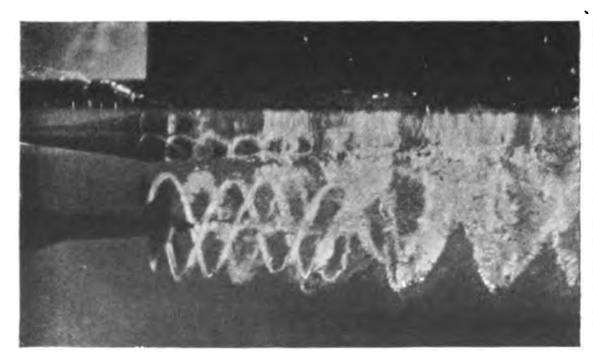



Fig. 10.

Auf der Stelle arbeitende Schraube, hohe Umdrehungen, nur Niveausenkung über der Schraube, kein Wellenberg.





Fig. 11.

Schraube auf der Stelle rotierend, starke Lufteinsaugung, Axalschub fast Null, Schaumaufwirbelung.



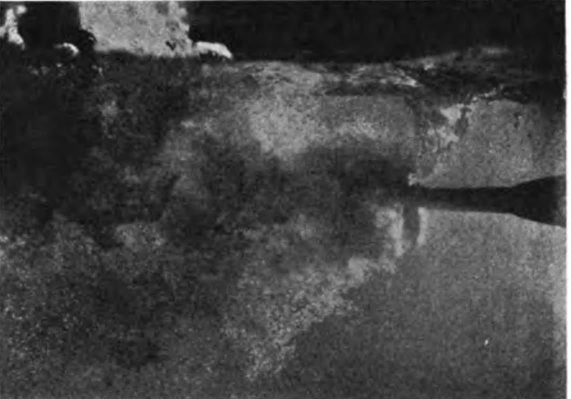


Fig. 12.

„Gazelle“ und „Vorwärts“ eintreten konnte und eintreten mußte, geht schon daraus hervor, daß die Schrauben fast mit ihren Spitzen an der Oberfläche arbeiten, ihnen also das Luftschlucken außerordentlich bequem gemacht war, und daß die Erscheinungen bezüglich der indifferenten Wirkung, die die österreichische Marine auf dem „Leopard“ gefunden hat, sich nur dadurch erklären, wie es der Herr Vortragende auch besonders hervorgehoben hat, daß durch die Tieflagerung der Schrauben eine derartige Reduktion des Wirkungsgrades der Schrauben infolge Lufteintrittes so leicht nicht eintreten konnte. Ich bin aber überzeugt, daß sich auch da etwas hätte finden lassen, sobald die Umdrehungszahl gesteigert worden wäre, also die Stromgeschwindigkeit entpsrechend zugenommen hätte, die Sache forciert worden wäre, weil dann infolge der Niveausenkung der Eintritt der Luft in den Schraubenraum herbeigeführt worden wäre. —

Meine Herren! Wenn ich noch einen Augenblick Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nehme, so betrifft das eine Sache,

die wohl uns allen am Herzen liegt, und die gerade für uns Deutsche in den heutigen Tagen von ganz außerordentlicher Tragweite ist. Meine Herren, gerade Sie als Fachgenossen sind das geeignete Forum, über diese Sache mitzusprechen. Wenn Sie sehen, wie unsere deutsche Industrie, sowohl die Privatindustrie als auch die staatlichen Betriebe, sich bemühen, nach jeder Richtung hin auf wissenschaftlichem wie auf industriellem Gebiete tätig zu sein, vorwärts zu arbeiten, wenn Sie beobachten, wie rastlos in Deutschland danach gestrebt wird, daß die Wirkungen der Arbeit nach der nationalen Seite hin, zur Hebung des Volkswohlstandes in jeder Beziehung gefördert werden sollen, und wenn diese ernste Arbeit auch nach vielen Richtungen hin Früchte trägt, dann muß ich sagen: wenn ich bedenke, wie leicht es wohl möglich ist, daß dieses Arbeiten, dieses Vorwärtsstreben, dieses nationale Emporblühen gestört werden könnte, so ruft dies eine gewisse Besorgnis wach. Und, meine Herren, wenn Sie in Erwägung ziehen, daß gerade in dieser Zeit unser Flottengesetz soweit erfüllt ist, daß von nun ab das Bautempo ein langsameres werden soll, als es bisher gewesen ist, wenn Sie dieser Tatsache entgegenhalten, vor welche großen Aufgaben unsere Nation, unser deutsches Vaterland gestellt ist — ich bitte Sie: achten Sie nur auf die Verhältnisse in China, im Auslande, denken Sie an die Vorgänge, die gerade im letzten Sommer und auch in den letzten Tagen an uns alle herangetreten sind und noch herantreten — meine Herren, dann werden Sie wohl mit mir das Empfinden haben, und ich glaube, daß ich aus Ihrer aller Herzen spreche, wenn ich den Wunsch hier in unserer Schiffbautechnischen Gesellschaft betone, daß es unserer Marineverwaltung gelingen möge, das Bautempo, welches jetzt wesentlich zurückgesetzt werden soll, vor dieser Zurücksetzung, vor dieser Verlangsamung zu schützen, und ich glaube mit Ihnen einig zu sein, wenn ich diesem Wunsch hier aus vollem Herzen als Deutscher Ausdruck gebe. (Lebhafter Beifall).

Herr Oberingenieur Rosenberg-Geestemünde:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Anschließend an die interessanten Ausführungen, die Herr Direktor Walter uns gegeben hat, möchte ich nicht unterlassen, Ihnen einige Erfahrungen mitzuteilen, die ich im Laufe des letzten Jahres über Rechts- und Linksschrauben gesammelt habe. Sie bestätigen vollkommen das, was Herr Direktor Walter uns mitgeteilt hat.

Für den Personenverkehr zwischen den Unterweserstädten Bremerhaven—Geestemünde und der Station Blexen im Großherzogtum Oldenburg auf der linken Seite der Weser wurde in diesem Jahre eine neue Fährverbindung geschaffen. Die Schiffswerft Joh. C. Tecklenborg A.-G. in Geestemünde erbaute für diesen Zweck einen nur dem Personenverkehr dienenden Dampfer von 50 m Länge, 8,65 m Breite in der Wasserlinie bei einem Tiefgang von 3,175 m. Das Schiff wurde sehr scharf gebaut und hatte nur eine Verdrängung von 505 t.

Die Entfernung von Ufer zu Ufer ist nicht weit, so daß ein Schiff bei 11 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde etwa 15 Minuten Fahrtzeit braucht. Mit Rücksicht auf diese

kurze Fahrtdauer und unter Berücksichtigung des Umstandes, daß namentlich im Winter bei Eisgang das Wenden des Schiffes mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden ist, wurde der Dampfer mit durchgehender fester Welle und je einer Schraube vorn und hinten versehen.

Die Maschinenleistung beträgt etwa 450 PS; die Schraube hatte einen Durchmesser von 2100 mm, so daß die Oberkante der Schraube etwa 1 m unter dem Wasserspiegel lag. Beide Schrauben waren absolut gleich ausgeführt, mit rechtsgängiger Steigung, und zwar hatten wir diese rechtsgängigen Schrauben aus folgenden Gründen gewählt:

Das Schiff legt, wenn man auf der Hin- als auch Rückfahrt in der Fahrtrichtung sieht, stets rechtsseitig an. Das Anlegen geschieht in der Weise, daß erst das Kommando „Stopp“ und dann, um die Fahrt aus dem Schiff zu bringen, das Kommando „Rückwärts“ gegeben wird, und bei diesem Rückwärtsarbeiten mußte die Rechtsschraube nach links drehen. Sie mußte das Wasser also vom Ufer weg arbeiten nach der Flußseite zu, und nach dieser Überlegung müßte sich das Schiff nach der Landseite hinsaugen.

Aber bald nach der Inbetriebsetzung erklärte der Kapitän, das Schiff lege nicht gut an, er müsse linksgängige Schrauben haben. Wir glaubten anfangs, daß alte Gewohnheit des Kapitäns die Ursache seiner Wünsche war, und ließen das Schiff mit den rechtsgehenden Schrauben zunächst weiter fahren. Als aber die Klagen nicht aufhörten, haben wir, dem Wunsche des Kapitäns entsprechend, dem Schiffe zwei linksgängige Schrauben gegeben, die im übrigen genau gleicher Ausführung waren, wie die zuerst konstruierten Rechtsschrauben.

Es bestätigte sich bald, daß das Anlegen mit den Linksschrauben tatsächlich besser geht. Die Begründung hierfür findet man in den Ausführungen, die Herr Direktor Walter uns heute gegeben hat, und die durch Fig. 7 seines Vortrages erklärt werden.

Wie beim Einschraubenschiff die rechtsdrehende Schraube das Bestreben hat, das Heck nach rechts zu drehen, so müssen in unserem Falle die beiden linksgängigen Schrauben vorn und hinten, wenn sie beim Anlegen rückwärts, also rechts herum arbeiten, das Schiff auch vorn und hinten nach rechts, d. h. an das Ufer drängen.

Die mit diesem Fährdampfer gemachte Erfahrung hat jedenfalls erwiesen, daß die in Fig. 7 erklärte Wirkung der Schraube auf das Drehen des Schiffes größer ist als das aus Wellenberg und Wellental gebildete Moment, welches wir in unserer ersten Kalkulation in Rechnung gesetzt hatten.

Ich wollte nicht verfehlen, Ihnen diese Erfahrung mitzuteilen, will aber nicht unterlassen, besonders darauf aufmerksam zu machen, daß die linksgängige Schraube nur dann richtig ist, wenn das Fährschiff — beide Male in der Fahrtrichtung gesehen — jedesmal rechtsseitig anlegt. Legt es — in beiden Fahrtrichtungen gesehen — auf jeder Station linksseitig an, dann müssen die Schrauben rechtsgängige Steigung haben. Würde das Schiff dagegen auf der einen Station rechtsseitig, auf der andern linksseitig anlegen, dann dürfte es gleich sein, welche Schraubenart gewählt wird, vorausgesetzt, daß nicht Strömungsverhältnisse besondere Schraubenarten erfordern.

Herr Professor Dr. Ahlborn-Hamburg:

Königliche Hoheit, meine Herren! Ich möchte mir erlauben, nur eine kurze tatsächliche Berichtigung mitzuteilen, die sich an das anschließt, was Herr Professor Flamm über die Vorgänge in den Schiffsschrauben und besonders auch über meine Untersuchungen gesagt hat. Herr Professor Flamm meinte, daß das Auftreten eines Wirbelringes zu Beginn der Schraubendrehung in meinen Photogrammen dadurch hervorgerufen sei, daß in geringer Entfernung hinter der Schraube eine Glasplatte gestanden habe. Das ist ein Irrtum. Ich habe die Aufnahmen von der Seite, von der Vorderseite, von der Druckseite

her gemacht sowie von der Sogseite der Schraube, und der Wirbelring ist in allen Fällen bei sämtlichen Photogrammen mit einer Sicherheit hervorgetreten, die gar nichts zu wünschen übrig läßt. Daß Herr Professor Flamm das nicht hat sichtbar machen können, lag natürlich an den Bedingungen seines Experimentes, denn Herr Professor Flamm hat keine sichtbaren festen Körperchen im Wasser angebracht, wie ich es tat, nämlich Sägespänchen, sondern er hat Luft in die Schrauben eingeführt, hat sie zum Teil auch ausschließlich nur von außen einsaugen lassen. Es ist ohne weiteres klar, daß die Schraube im ersten Anfang der Bewegung die Luft noch nicht an der Stelle hat, wo sich der Wirbelring bildet, und daß ihm also die Entstehung dieses unter allen Umständen jedesmal auftretenden Bildes entgehen mußte.

Ich wollte nur das feststellen und zu gleicher Zeit dann auch die Bemerkung machen, daß ich der Meinung bin, man könne aus den Vorgängen, wie sie durch das Einführen von Luft in den Schraubenstrahl sich zeigen, doch nur mit großer Vorsicht Schlüsse machen auf die wirklichen Erscheinungen, die stattfinden, wenn die Luft nicht vorhanden ist. Ich meine, daß die Luft als ein Medium, das im Wasser einen so bedeutenden Auftrieb hervorbringt, auch einen erheblich abändernden Einfluß auf die Vorgänge ausüben wird. Es kann sich also bei den Versuchen, die Luft zur Sichtbarmachung der Wasserströmung zu verwenden, doch immer nur um eine Annäherung handeln. Ich halte es für richtiger, stets schwebende Fremdkörper anzuwenden, die ungefähr dasselbe spezifische Gewicht wie das Wasser haben, wie das bei meinen Versuchen geschehen ist. Betreffs der Einzelheiten der Vorgänge, die zur Entwicklung des Wirbelringes der arbeitenden Schraube führen, verweise ich auf Text und Abbildungen im Jahrbuch 1905, S. 82 u. ff.

Herr Dr.-Ing. Kempf-Hamburg:

Königl. Hoheit, meine Herren! Da ich glaube, zu dem zwischen Herrn Geheimrat Flamm und Herrn Professor Ahlborn strittigen Punkt der Bildung eines Wirbelringes bei der Schiffsschraube einen Beitrag liefern zu können, möchte ich dies hier kurz tun. Ich habe zur Untersuchung des Strömungsverlaufes bei der Schiffsschraube eine Meßmethode ausgearbeitet und angewandt, die sich von der photographischen Methode dadurch unterscheidet, daß sie den dreidimensionalen Stromverlauf exakt meßbar wiedergibt. Es handelt sich um eine chemische Selbstregistrierung der Stromfäden, durch welche objektiv auch das Vorhandensein und die Lage eines Wirbelringes festgestellt werden kann. Ich werde mir erlauben, Ihnen die Meßeinrichtung zu beschreiben und an einigen mit dieser Einrichtung ausgeführten Messungen zu erläutern. Ich möchte erwähnen, daß die hier Ihnen mitgeteilten Versuche in der Versuchsanstalt der Dresdener Maschinenfabrik und Schiffswerft Übigau vorgenommen und durch das dankenswerte Entgegenkommen der Direktion ermöglicht wurden.

Fig. 13 stellt eine Skizze der Meßeinrichtung dar. Um den Weg eines einzelnen Stromfadens festzustellen, wird vor der im Wasser rotierenden Schraube aus einem Glasrohr mit Düse A ein haarfeiner Faden einer chemischen Lösung herausgedrückt, welcher von der durch die Schraube erzeugten Strömung mitgenommen wird. Der Weg dieses Fadens, der ja dem Weg des Stromfadens an dieser Stelle entsprechen würde, markiert sich nun selbsttätig durch folgende Anordnung. Es sind senkrecht zur Schraubenachse Drahtgitter aufgestellt, durch welche das von der Schraube bewegte Wasser hindurchströmen muß, also auch der Faden chemischer Flüssigkeit. Die Durchflußstelle dieses Fadens kennzeichnet sich auf dem Drahtgitter unmittelbar durch deutliche Schwärzung der betreffenden Drahtmasche. Man erhält so auf jedem Drahtgitter einen Punkt zur Rekonstruktion des Fadenweges. Ebenso kennzeichnet sich der Fadenverlauf auf den beiderseitigen Flügelflächen dadurch, daß an der Stelle, wo der Schraubenflügel durch den chemischen Faden hindurch-

schlägt resp. wo der Faden auf den Flügelflächen entlang strömt, durch Schwärzung ein dunkler Streifen entsteht.

Durch hinter der Schraube aufgestellte Drahtgitter zeichnet sich dann noch der Strömungsverlauf hinter der Schraube auf den Gittern an.

Man erhält also zur Rekonstruktion des Stromverlaufes eines Wasserfadens folgende Anhaltspunkte:

Meßeinrichtung.

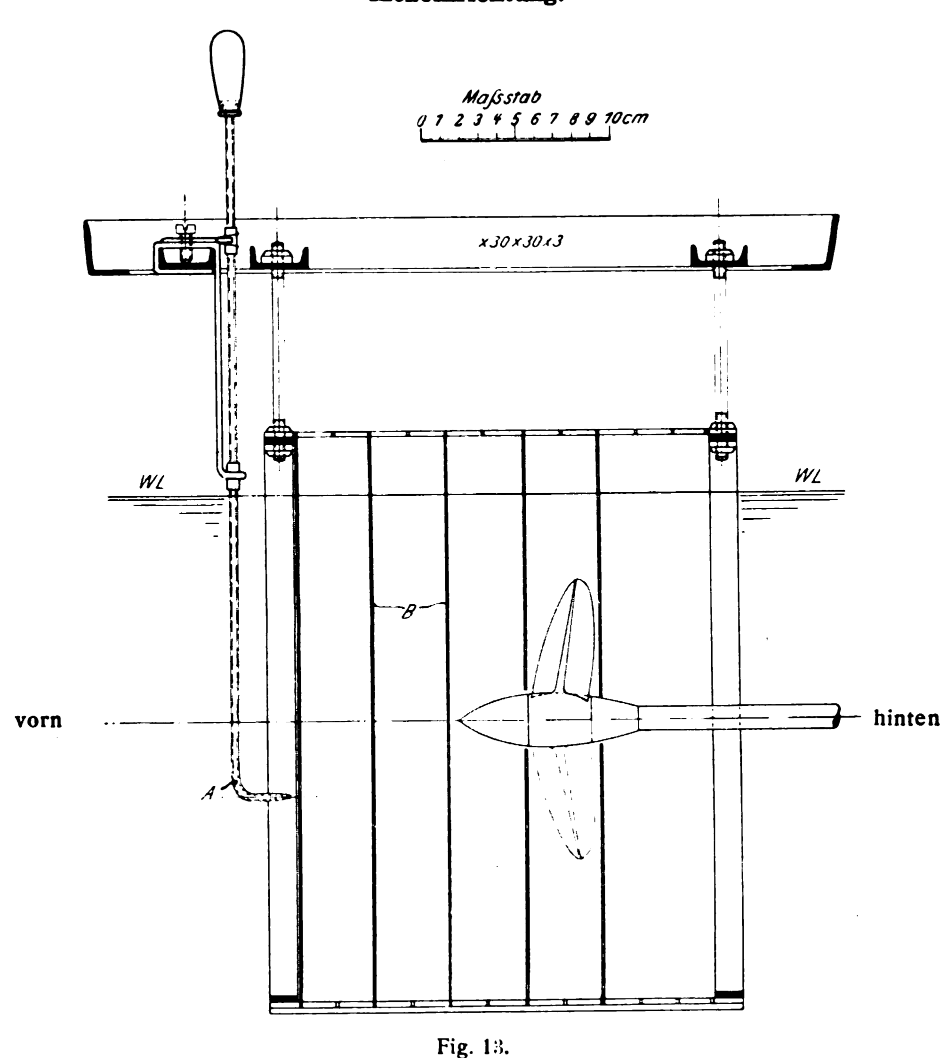


Fig. 13.

1. Anfangspunkt des Fadens durch die Einstellung der Düse,
2. Durchflußpunkt des Fadens auf jedem Gitter vor der Schraube,
3. Eintrittspunkt und Weg des Fadens auf den Flügelflächen,
4. Durchgang des Fadens durch die hinteren Gitter,

also den vollkommenen dreidimensionalen Strömungsverlauf vor, in und hinter der Schraube.

Fig. 14 gibt ein Bild der Versuchsanordnung, wie sie aus dem Wasser gehoben ist. Man sieht das Gestell für die Drahtgitter, dahinter die Versuchsschrauben, hier zwei Schrauben, die infolge achsialer Verstellbarkeit beliebig vor, zwischen und hinter den Gittern angeordnet werden können. Die Gitter selbst können im Gestell ebenfalls in den verschiedensten Kombinationen aufgestellt werden. Selbstredend ist durch Vorversuche der etwaige Einfluß der Gitter auf den Stromverlauf eingehend untersucht, wie dies näher bereits an anderer Stelle veröffentlicht ist[1]).

Ich möchte Ihnen nun einige mit dieser Versuchseinrichtung gewonnene Meßergebnisse mitteilen.



Meßeinrichtung.

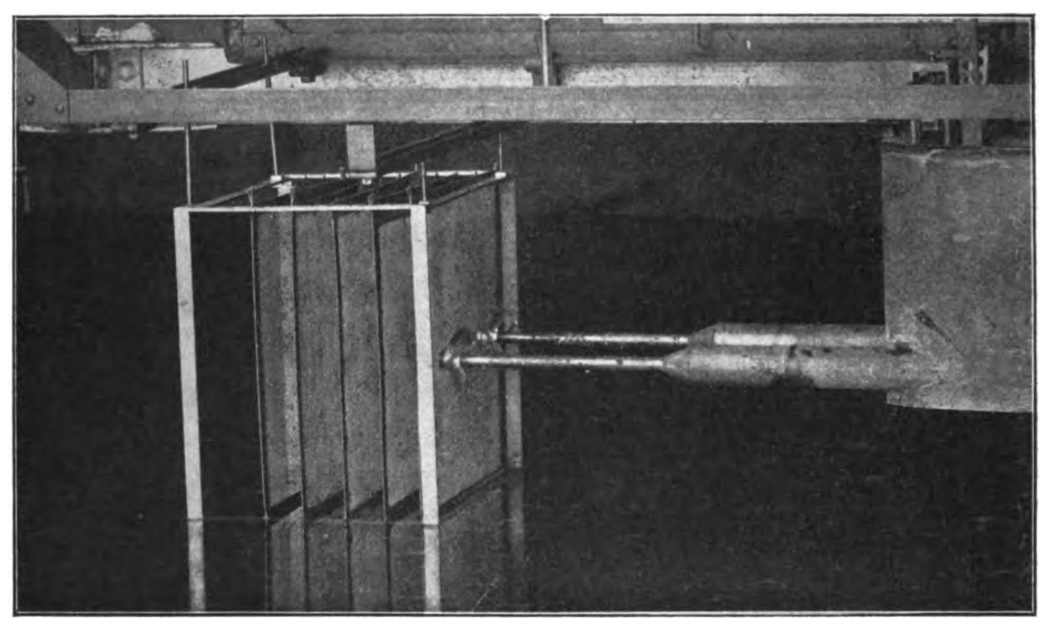


Fig. 14.

Fig. 15 stellt die Rekonstruktion des Strömungsverlaufes vor der Schraube dar, und zwar bei dem Modell einer Turbinenschraube von folgenden Abmessungen:

Durchmesser D = 150 mm,
Steigung H = 142,5 mm,
Mitte Welle unter Wasser 120 mm,
Flügelanzahl 3,
in freiem Wasser bei n = 6 Umdrehungen pro Sekunde am Ort stehend untersucht.

Es ist der Verlauf in einer vertikalen Ebene wiedergegeben.

Man erkennt die Unsymmetrie in der oberen und unteren Hälfte, die durch Zusammenwirken von achsialer Beschleunigung durch die Schraube und der Erdbeschleunigung in der Bahn der Wasserteilchen auftreten muß.

Man erkennt aber vor allem aus den an den Flügelspitzen auftretenden Ellipsen den dort vorhandenen W i r b e l r i n g, der bei einer an Ort rotierenden Schraube allerdings besonders deutlich ausgebildet sein wird.

[1]) „Turbine" 1911, Okt. u. ff.

Erkennbar ist außerdem, wie auf dem nach der Wasseroberfläche strebenden Parabelast sich sehr leicht infolge ungenügender Zuflußmöglichkeit die bekannte Kavitationserscheinung ausbilden wird. Schließlich will ich noch hervorheben, daß die Messungen keine tangentiale Wasserbewegung vor der Schraube erkennen lassen.

Für die Messung und Rekonstruktion des Strömungsverlaufes in der rotierenden Schraube selbst, eine Aufgabe, die bisher vollkommen ungelöst war, kommen

Strömungsverlauf vor der Schraube.

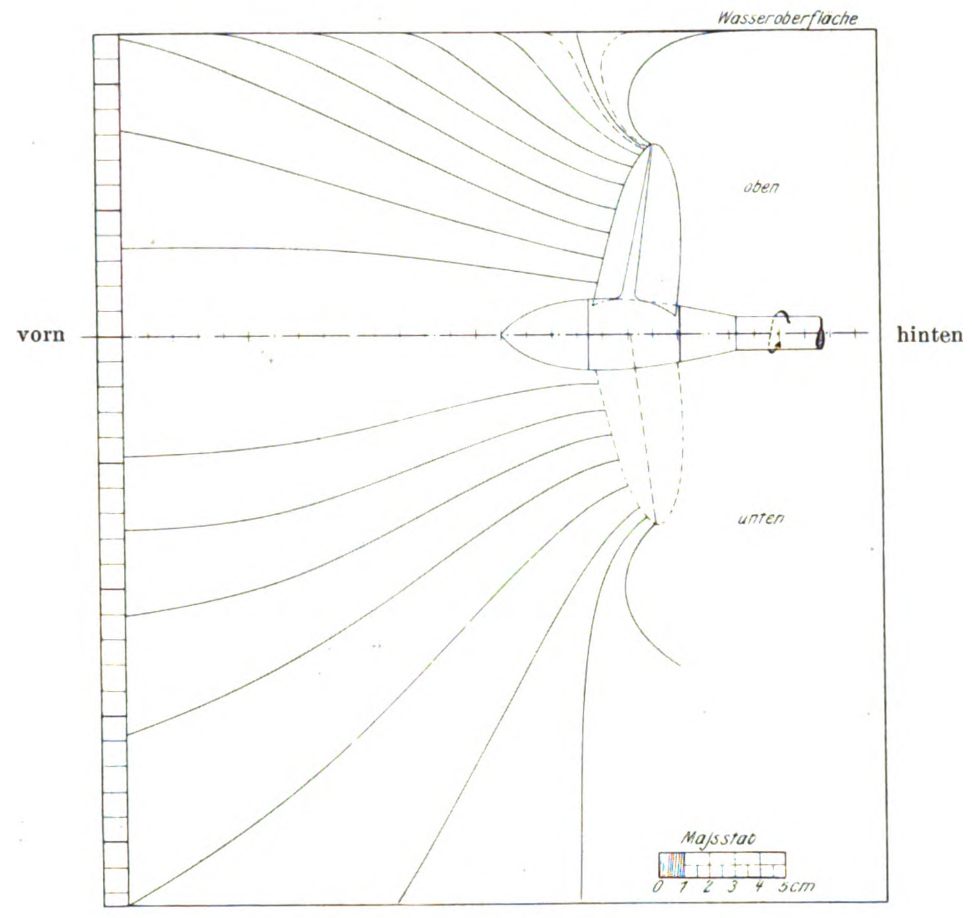


Fig. 15.

zunächst die bereits vorher besprochenen Flügelanzeichnungen in Betracht, für welche ich einige Beispiele bringen will:

Fig. 16 zeigt die Druckseite des Modells einer Torpedobootsschraube (Durchmesser 120 mm). Die dunklen Streifen geben die Anzeichnungen des chemischen Fadens für verschiedene Eintrittspunkte wieder, die hellen Linien bezeichnen die Zylinderschnitte. Man ersieht ohne weiteres aus dem Bild, wie gleich von der eintretenden Schraubenkante an durch tangentiale Beschleunigung des Wassers die radiale Zentrifugalbewegung hervorgerufen wird und wie diese radiale Tendenz nach der Flügelspitze zu abnimmt.



Fig. 17 zeigt die Saugseite desselben Schraubenmodells. Auch hier tritt eine ähnliche Bewegung des Wassers über die Fläche ein mit Modifikationen, die durch die Flächenkrümmung hervorgerufen sind.

Strömungsverlauf auf den Flügelflächen.
Modell einer Torpedobootsschraube (Druckseite).

(Saugseite.)

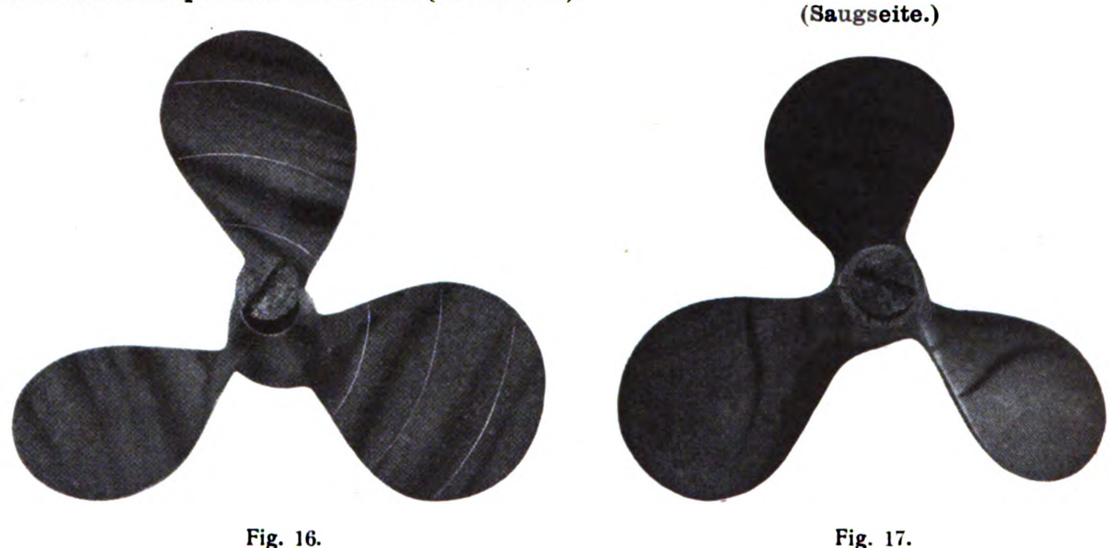


Fig. 16. Fig. 17.

Modell einer Zeiseschraube (Druckseite).

Modell einer Turbinenschraube (Druckseite).

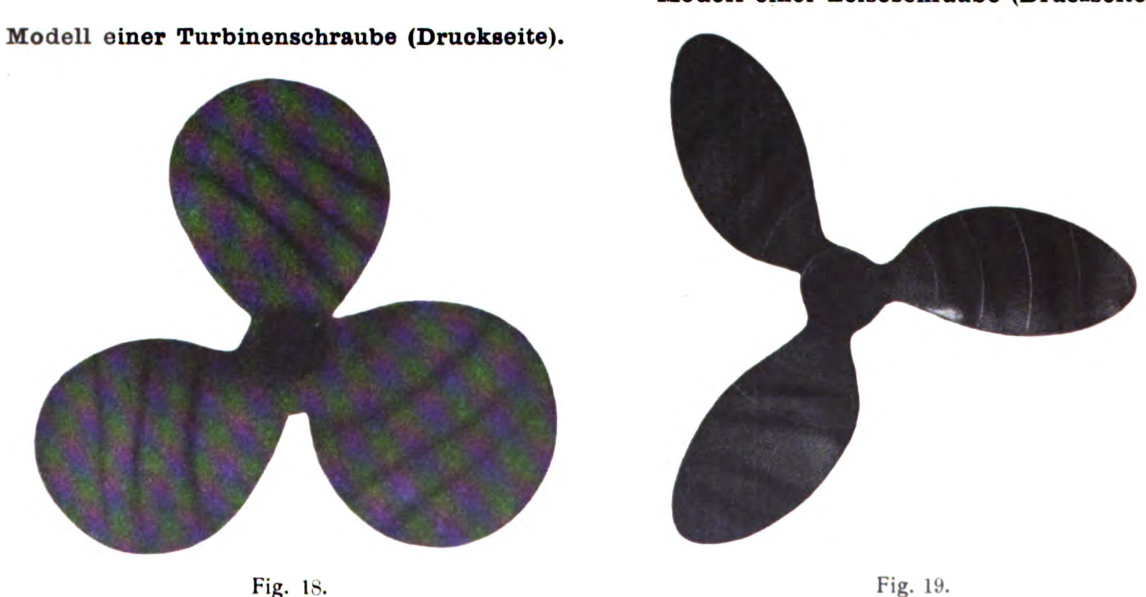


Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 18 stellt den Verlauf auf der Druckseite eines breiten Turbinenschraubenmodells dar, von den bereits vorher mitgeteilten Abmessungen. Die radiale Bewegung ist sichtlich der Fläche entsprechend größer und dadurch natürlich auch der Slip.

Fig. 19 zeigt endlich den Verlauf beim Modell einer Zeiseschraube, der ebenso wie

bei den anderen Schrauben trotz peripherial zunehmender Steigung die radiale Tendenz behält.

Zur Rekonstruktion des Verlaufes i n der Schraube hat man jetzt also als Anhalt: Den Eintrittspunkt A des Fadens in die Schraube und die Strömungskurve B über die Schraubenflächen. Als dritten Anhalt findet man, wie Fig. 20 zeigt, die chemische Anzeichnung des Durchflusses auf dem Gitter unmittelbar hinter der Schraube. Diese Anzeichnung stellt sich nun nicht als Durchflußpunkt dar, wie auf den Gittern vor der Schraube, wo im Schraubenstrom die Kontinuität herrscht, sondern als Durchflußkurve entsprechend der aus der zentrifugalen Druckverminderung entstehenden Erweiterung des ursprünglichen Fadenquerschnittes. Die Gestalt dieser in Fig. 20 mit C bezeichneten Durchflußkurve zeigt, daß die Erweiterung des Fadens in peripherialer Richtung erfolgt.

Diese drei eben genannten Anhaltspunkte ermöglichen nun die Rekonstruktion für den Strömungsverlauf in der Schraube. Es ergibt sich, wie aus der Fig. 20 hervorgeht, für den Verlauf des ursprünglichen Fadens eine B a h n f l ä c h e , die etwa die Gestalt

Strömungsverlauf in der Schraube.

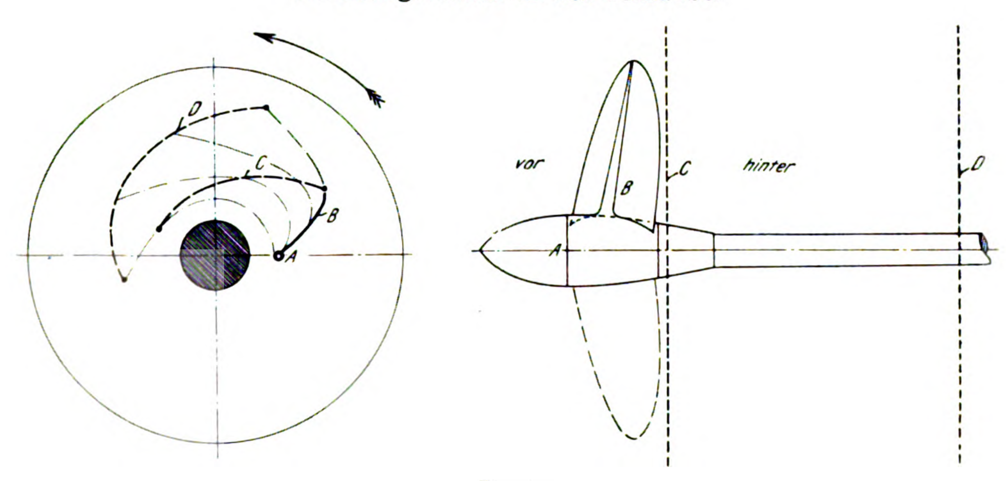


Fig. 20.

eines Kegelmantels hat, dessen Spitze im Eintrittspunkt liegt und dessen Grundlinie die hintere Durchflußkurve bildet. Es ist ersichtlich, daß die Bahnflächen für verschiedene Eintrittspunkte sich schuppenartig übereinander anordnen werden.

Der weitere Strömungsverlauf nach hinten ist durch die auf dem hinteren Gitter erkennbare Durchflußkurve D leicht zu bestimmen.

In Fig. 21 zeige ich Ihnen ein Modell der Wasserbewegung, wie ich es nach den Messungen mit Drähten nachgebildet habe. Ein Draht entspricht einem Stromfaden an derselben Stelle. Die Drähte sind nach Schablonen gebogen. Als Anfangspunkt der Drähte, also der Stromfäden, habe ich je acht Punkte zweier zur Schraubenachse konzentrischer Kreise 185 mm vor der eintretenden Schraubenkante gewählt. Eine Zelluloidscheibe in der Mitte stellt die Ebene der eintretenden Schraubenkanten dar. Eine Zelluloidscheibe über dem Modell kennzeichnet die Wasseroberfläche.

Fig. 22 zeigt eine achsiale Ansicht des Modells beim Eintritt der Stromfäden in die Schraube. Die beim Eintritt vor sich gehende fächerartige Verbreiterung des Wasserfadens habe ich im Modell schematisch dadurch angedeutet, daß sich der eine eintretende

Modell des Strömungsverlaufes (seitlich).

hinten vorn

Fig. 21.

Modell des Strömungsverlaufes von vorn gesehen.

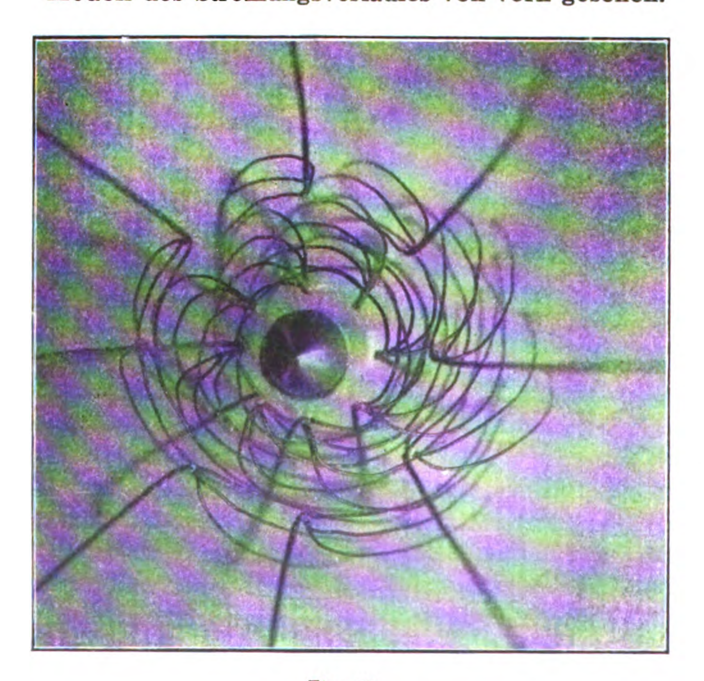


Fig. 22.

Draht in drei bis vier dünne Drähte auflöst, die nun die Strömungsfläche angeben. Die schuppenartige Lagerung der Bahnflächen ist auf dem Bild deutlich erkennbar.

Herr Geh. Regierungsrat Prof. Flamm: Wo ist der Wirbelring?

Herr Dr.-Ing. Kempf: Das Strömungsmodell stellt nur den Verlauf der Fäden im Innern des Schraubenkreises dar. Der Wirbelring war in Fig. 15 sichtbar.

Meine Herren! Sie sehen, wie es durch diese hier mitgeteilte Methode chemischer Selbstregistrierung möglich ist, den Strömungsverlauf bei der Schiffsschraube in seinen Einzelheiten festzulegen und zu verfolgen. Sie haben auch gesehen, wie sich auf den Bildern der Flügelanzeichnungen der Einfluß von Konstruktionsänderungen einzelner Schraubenelemente deutlich ausprägt. Es bietet sich also hier verbunden mit Energiemessungen eine einfache und sichere Möglichkeit exakter Schraubenuntersuchung.

Ich möchte im Hinblick auf die praktischen Erfolge, die Herr Dr. Wagner bereits mit der Verbesserung der Schraubenwirkung erzielt hat, und im Anschluß an meine Strömungsuntersuchungen zum Schluß hervorheben, daß wir der Lösung des Schraubenproblems wieder ein Stück näher sind, und ich darf wohl sagen, daß diese Lösung von der Fortsetzung exakter Versuche in nicht zu ferner Zukunft erwartet werden kann.

Herr Direktor M. Walter-Bremen (Schlußwort):

Königliche Hoheit! Meine Herren! Ich will nur ganz kurz meiner Genugtuung darüber Ausdruck geben, daß mein bescheidener Vortrag eine so überaus interessante Diskussion hervorgerufen hat. Insbesondere danke ich Herrn Geheimrat Flamm für seine ergänzenden Ausführungen. Ich möchte sie aber auch nur als ergänzend bezeichnen, nicht als berichtigend. Er sagte in seinen Bemerkungen, daß sich die Verhältnisse ändern, wenn der Beharrungszustand eingetreten ist. Das gebe ich gern zu. Aber die Wirkung, die für meine Ausführungen in Frage kommt, ist gerade die Wirkung im Anfang, durch die der Bug abgelenkt wird. (Sehr richtig!)

Dann möchte ich noch auf den Wirbelring zurückkommen, den ich nur erwähnt habe. Ich habe mich wohl gehütet, ihn für meine Beweisführung zu verwenden. (Heiterkeit.)

Gleichzeitig benutze ich die Gelegenheit, Ihnen allen, meine Herren, für den lebhaften Beifall, den Sie meinem Vortrage gezollt haben, zu danken.

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Herr Direktor Walter hat uns das schwierige Problem des Drehungssinnes der Doppelschrauben in sehr anschaulicher Weise vorgeführt und insbesondere das Verhalten der Schiffe beim Manövrieren auseinandergesetzt. Sein Vortrag hat unsere bisherige Kenntnis beträchtlich erweitert. Ich danke daher Herrn Direktor Walter für seine interessanten Mitteilungen sowohl im Namen der Gesellschaft als auch im Namen unserer Reeder.



XV. Praktische Ergebnisse mit Gegenpropellern.

*Vorgetragen von **Rudolf Wagner** - Stettin.*

I. Einleitende Bemerkungen.

Seit der nun bald 100-jährigen Einführung der Schiffsschraube durch Trevithick, Millington, Ressel u. a. in den Jahren 1815—1820[1]) spricht man von einem „Propellerproblem", teils weil die nähere Wirkungsweise der Schraube selbst noch bis vor kurzem nicht genau bekannt war, teils weil die Festlegung der vorteilhaftesten Dimensionen stets Schwierigkeiten bereitete. Es gibt daher auch wohl kaum ein Gebiet, auf dem so viel Vorschläge zur Verbesserung entstanden sind, auf dem so viel Geist und Kapital zum größten Teil nutzlos verschwendet worden ist, wie auf dem Gebiet der Schiffsschraube. Die Zahl der seit ihrer Erfindung bis jetzt genommenen Propellerpatente geht wohl in die Tausende; eine derart eifrige Erfindertätigkeit ist bekanntlich stets ein Zeichen, daß auf dem fraglichen Gebiet die Anschauungen noch nicht geklärt und die Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist.

Die Einführung der Dampfturbine hat speziell die Konstruktion des schnelllaufenden Propellers zu einer noch heikleren Aufgabe gemacht. Jeder Fachmann weiß, wie gerade die durch Turbinen angetriebenen Propeller so außerordentlich empfindlich in bezug auf die geringste fehlerhafte Dimensionierung sind. Es ist immer ein sehr glücklicher Griff, wenn man trotz aller Erfahrungswerte für ein neues Turbinenschiff gleich aufs erstemal den günstigsten Propeller trifft. Meist muß man erst eine ganze Reihe verschiedener Propeller durchprobieren. Diese Tatsache der großen Empfindlichkeit läßt eigentlich an sich schon vermuten, daß die bisherige Propulsionsmethode im Vergleich zu dem Verhalten analoger hydraulischer Apparate nicht die richtige sein kann. Man würde sonst bei einem

---

[1]) Siehe A. E. Seaton: „The screw propeller." 1909.

kleinen Mißgriff in der Wahl der Dimensionen nicht gleich so jäh von dem erzielbaren Maximum hinabstürzen, um — wie die Erfahrung bei Turbinenschiffen gezeigt — mitunter 1 bis 2 Knoten zu verlieren.

Andererseits haben die langjährigen Erfahrungen und Versuche mit tausenderlei Varianten wieder auf die ursprüngliche einfachste Form der Schiffsschraube zurückgeführt. In den weitaus meisten Fällen verwendet man jetzt 3- bis 4-flügelige Propeller mit konstanter Steigung in radialem und achsialem Sinne; daneben auch hie und da Propeller mit radial nach innen zunehmender Steigung, mit denen mitunter etwas günstigere Resultate erzielt worden sind, da sich diese dem Strömungsbild besser anpassen. Ferner ist als feststehende Erfahrung zu betrachten, daß man mit den eben erwähnten als günstigst bekannten Propellerformen mit dem Wirkungsgrad über eine gewisse von der Natur gesteckte, verhältnismäßig niedrige Grenze nicht hinauskommt. Die besten mit Turbinenpropellern erzielten Wirkungsgrade betragen etwa 65 % und diejenigen für Propeller mit mäßiger Umfangsgeschwindigkeit höchstens ca. 75 %. Diese Zahlen sind im Verhältnis zu den Wirkungsgraden moderner hochwertiger Wasserturbinen von 80 bis 85 % als sehr mäßige zu nennen. Abgesehen von der oben erwähnten großen Unsicherheit der Konstruktion von Turbinenpropellern erscheint somit das heutige Propulsionssystem in der Tat noch sehr verbesserungsbedürftig. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß eine Wasserturbine unter noch ungünstigeren Umständen als eine Schiffsschraube arbeitet und verhältnismäßig größere Eigenwiderstände (wie Rohrreibungen usw.) besitzt.

Welcher Weg beschritten werden muß, um auf dem Propellergebiet weiter zu kommen, wurde wiederholt in den letzten Jahren in den Vorträgen der Schiffbautechnischen Gesellschaft sowie der einschlägigen Literatur dargelegt. Es ist als notwendig erkannt worden, einen genauen Einblick in die Wirkungsweise eines Propellers zu erlangen und zu diesem Zweck das Strömungsbild in der Nähe der Schraube experimentell und rechnerisch festzustellen. Dadurch ließen sich auch Fingerzeige für die Verbesserung der Schiffsschraube gewinnen.

Die klassischen experimentellen Arbeiten von Professor Ahlborn[1]), ebenso die schönen photographischen Untersuchungen von Geheimrat Professor Flamm[2]), ferner die exakten Messungen des Strömungsverlaufes von Dr. Gebers[3]),

[1]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1905.

[2]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1908 und Flamm, „Die Schiffsschraube und ihre Wirkung auf das Wasser“.

[3]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1910.



Dipl.-ing. Kempf[1]) und schließlich meine eigenen Messungen im Ringtank[2]) vor einigen Jahren haben uns in dieser Beziehung ein erhebliches Stück weiter vorwärts gebracht. Die mit diesen experimentellen Forschungen parallellaufenden rechnerisch-analytischen Untersuchungen von Professor Dr. Lorenz[3]), von Dr. Pröll[4]) und Sellentin[5]) haben ebenfalls den Fortschritt in der gekennzeichneten Richtung sehr gefördert und die bereits gewonnenen experimentellen Resultate bestätigt bezw. weiter ausgebaut. Insbesondere sind die analytischen Untersuchungen von Dr. Pröll bemerkenswert, indem sie die von mir seinerzeit veröffentlichten Resultate vollständig bestätigt haben.

Die nachstehend beschriebene Konstruktion stellt die praktische Folgerung aus den bisherigen Forschungen über den Strömungsverlauf im Bereich einer Schraube dar. Daß der beschrittene Weg der richtige war, beweisen die bisher erzielten Resultate, die — ich darf wohl sagen — als außerordentlich günstig zu bezeichnen sind. Diese Resultate dürften wohl dazu berechtigen, die vorliegende Konstruktion als einen wesentlichen Fortschritt in der Lösung des lang umstrittenen Propellerproblems zu betrachten.

Wenn man bisher mit ca. 75 % Wirkungsgrad an der Höchstgrenze war, so gestattet der Gegenpropeller in Verbindung mit dem bisherigen Propeller eine Ausnutzung der in die Welle geschickten Energie bis zu 85—87 %, ja es dürfte bei weiterer Vervollkommnung noch bis 90 % erreicht werden. Dies ist eine Grenze, die infolge der unvermeidlichen Reibungs- und Strömungsverluste schlechterdings nicht mehr überschritten werden kann, so daß wohl in der Tat der Gegenpropeller die langgesuchte einfachste Lösung darstellen dürfte.

Jede Idee hat nun bekanntlich ihre Vorläufer, ich erinnere an die Dampfturbine, die bereits vor etwa 2000 Jahren im Prinzip erfunden wurde. Ich möchte nicht verfehlen, auch die Vorläufer der vorliegenden Idee — hinter dem Hauptpropeller einen Leitapparat anzubringen — zu erwähnen.

Bereits Thornycroft, ebenso Parsons versuchten vor einer Reihe von Jahren bei flachgehenden Fluß- bezw. Tunnelschiffen Leitapparate anzubringen. Der Vollständigkeit halber ist in Fig. 1 und 2 der Turbinenpropeller

[1]) „Die Turbine" VIII. Jahrg. Heft 1 v. 5. Okt. 1911.

[2]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1906.

[3]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1906 und Lorenz, „Neue Theorie der Kreiselräder".

[4]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1910.

[5]) Schiffbau VII, S. 334 „Die radiale Veränderung der Durchtrittsgeschwindigkeit des Wassers bei Schraubenpropellern".



von Thornycroft und in Fig. 3—6 derjenige von Parsons dargestellt. Die betreffenden Konstruktionen sind bereits in dem bekannten Werke von Geheimrat Professor B u s l e y veröffentlicht. Eine weitere Darstellung eines Leitapparates

Turbinenpropeller von Thornycroft.

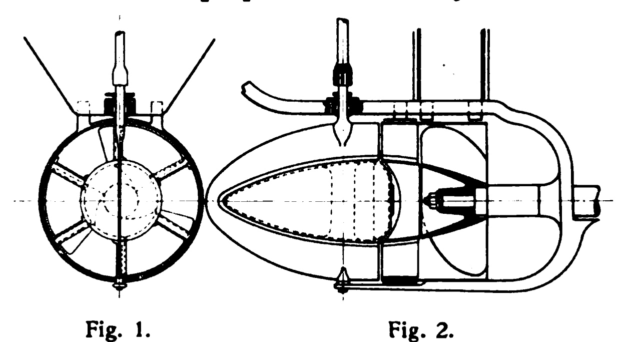


Fig. 1. Fig. 2.

Turbinenpropeller von Parsons.

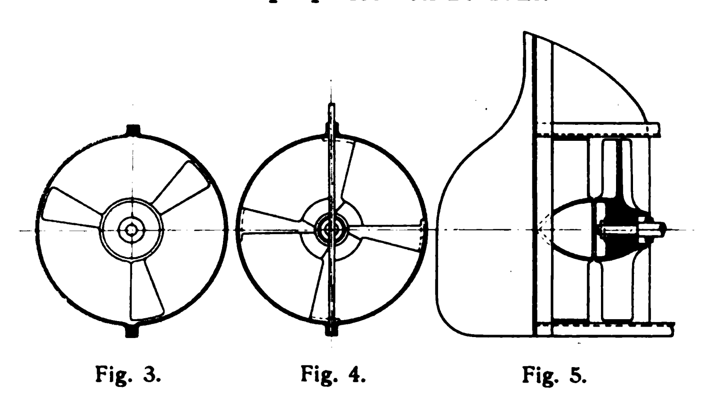


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Strömungsverlauf beim Turbinenpropeller von Parsons.



Fig. 6.

mit ganz ebenen Schaufeln findet sich in einem Vortrage von Yarrow in den Transact. of the Inst. of Nav. Arch., Jahrgang 1903. Zu einer weiteren allgemeinen Anwendung dieser Leitapparate führten indessen diese Versuche nicht. Die Gründe hierfür lagen darin, daß man entweder

1. den Turbinenpropeller als vollkommene Umkehrung der Wasserturbine konstruierte und den Flügeln des Hauptpropellers, wie z. B. aus Fig. 6 hervorgeht, eine viel zu große Krümmung erteilte. Durch die Krümmung wurde eine unnötig große tangentiale Beschleunigung des Wassers erzielt, die der Leitapparat nur zum Teil wieder ausnutzte. Die Krümmung der Flügel des Hauptpropellers bedingte andererseits eine große Krümmung der Leitschaufeln, ein Umstand, der die Rückwärtsfahrt verschlechterte und daher den Apparat von vornherein für den praktischen Betrieb unbrauchbar machte;
2. oder daß man analog wie bei einer Wasserturbine den ganzen Leitapparat samt Hauptpropeller in ein umhüllendes Rohr einschloß, wie aus der Abbildung der Parsons'schen und Thornycroft'schen Turbinenschraube hervorgeht. Das umhüllende Rohr hemmte natürlich den freien Zu- und Durchfluß des Wassers und verursachte selbst wieder Strömungswiderstände. Der letztere Umstand fällt besonders ins Gewicht infolge der Tatsache, daß bei einer Schiffsschraube ja keine so gleichartigen Verhältnisse des Strömungsverlaufes auf dem ganzen Umfange herrschen, wie bei einer Wasserturbine. Vielmehr verlaufen bekanntlich die Wasserfäden ganz unsymmetrisch zur Achse und sind oben und unten sowie innen und außen ganz voneinander verschieden, ferner drängen die Wasserfäden in der Nähe des Hinterschiffes nach oben und kreuzen somit die Achsenrichtung des Propellers.

   Infolge der geschlossenen Form des Leitapparates konnte sich wohl auch in dessen Kanälen leicht etwas festsetzen, wie z. B. Tang, so daß der günstige Effekt wieder vollständig aufgehoben wurde.

Schließlich war auch noch die fehlende Kenntnis des genauen Strömungsverlaufes daran Schuld, daß die Winkel für die Leitschaufeln wohl falsch gewählt, insbesondere die Krümmung zu groß angenommen wurde, wodurch ebenfalls die günstige Wirkung leicht in das Gegenteil verkehrt wurde.

Bei der von mir entworfenen Konstruktion sind die oben gekennzeichneten Nachteile möglichst vermieden, und zwar durch folgende Maßnahmen:

1. Der störende bezw. überflüssige Mantel um die Schaufeln des Gegenpropellers ist weggelassen und so dem Wasser ein freier Durchfluß geschaffen.
2. Der Leitapparat ist bezüglich seiner Schaufelung, Winkelverhältnisse usw. auf Grund von experimentellen Untersuchungen den wirklichen Stromverhältnissen bis jetzt vorhandener Propeller angepaßt.
3. Die Krümmungen der Schaufeln sind nur so groß, daß die unvermeidliche

Drehungsenergie des austretenden Strahles vorteilhaft ausgenutzt und die Rückwärtsfahrt nicht verschlechtert wird.

Wie aus den ad 1 und 3 genannten Gesichtspunkten bereits hervorgeht, ist somit vorerst die Konstruktion neuer Hauptpropeller, wie bei den Konstruktionen von Thornycroft und Parsons, nicht beabsichtigt. Der Gegenpropeller soll vielmehr nur eine Ergänzung des Hauptpropellers zwecks Verbesserung desselben bilden. Dadurch ist — zunächst theoretisch — die Möglichkeit gegeben, den Gegenpropeller an jedes vorhandene Schiff noch nachträglich anzubringen, allerdings mit einem von Fall zu Fall etwas verschiedenen Effekt; daß es auch praktisch möglich ist, wird weiter unten erörtert werden.

Erst recht kann natürlich die Konstruktion bei Neubauten angebracht werden, in welchem Falle von vornherein auf eine vorteilhafte Anbringung des Gegenpropellers Rücksicht genommen werden kann.

Zur Kennzeichnung der Wirkungsweise habe ich den von mir entworfenen Apparat „Gegenpropeller“ genannt, eine Bezeichnung, die auch bereits dessen örtliche Lage in gewisser Hinsicht charakterisiert.

Bereits in meinem Vortrag vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft im Jahre 1905 hatte ich auf die Vorteile eines derartigen Leitapparates hingewiesen und dabei den möglichen Gewinn an Leistung vorsichtigerweise nur zu 5 bis 7 % geschätzt. Bei den inzwischen ausgeführten Gegenpropellern wurde diese Zahl nicht nur eingehalten, sondern bei fast allen bis um das Doppelte übertroffen; ja es wurden sogar mitunter bis zu etwa 20 % an Leistung für die gleiche Geschwindigkeit erspart. Schon die allererste Versuchsausführung für die Motorjacht „Marga“ im Jahre 1909 ergab einen Leistungsgewinn von maximal 13 %, eine Ziffer, die zu weiteren Ausführungen des Gegenpropellers ermutigte. Im Zusammenwirken mit der General-Lizenznehmerin für Motorschiffe, der Firma M. H. Bauer, Berlin, wurde sodann die weitere Ausgestaltung des Gegenpropellers durchgeführt und eine ganze Reihe von Motorfahrzeugen damit ausgerüstet. Dank der Entschließung des Reichsmarineamts, ferner der Kaiserlichen Inspektion des Torpedowesens sowie der Direktion der Stettiner Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Vulcan“ war es möglich, inzwischen den Gegenpropeller auch an größeren Fahrzeugen, insbesondere an dem Torpedoboot „V. 185“ zu erproben.

In freimütiger Weise wurde mir von den genannten Behörden sowie von der Direktion des „Vulcan“ die Veröffentlichung der Ergebnisse gestattet, so daß es mir eine angenehme Aufgabe ist, an dieser Stelle dafür meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.



II. Rechnerischer Nachweis der Verbesserung des Wirkungsgrades.

Bevor ich zur Mitteilung der Resultate übergehe, möchte ich kurz den rechnerischen Nachweis der Verbesserung des Schraubenwirkungsgrades durch den Gegenpropeller erbringen. Zu diesem Zweck sei auf die grundlegende Wirkungsweise der Schraube kurz zurückgekommen.

Bekanntlich besteht die Arbeitsweise einer Schiffsschraube bei einem vorausfahrenden Schiff darin, daß durch kreisende, schräg zur Wellenachse stehende Flächen das Wasser nach hinten gedrängt wird. Die Absicht ist die, ähnlich wie bei einem Pumpenkolben durch Beschleunigung der Wassersäule einen Reaktionsdruck auf die Kolbenstange, hier die Schraubenwelle zu erzeugen. Die Wirkung auf den Propeller wäre eine vollkommene, wenn alle Wasserfäden in Ebenen fließen würden, die durch die Wellenachse gelegt sind, d. h. wenn das Wasser nur eine Beschleunigung längs der Schraubenachse erfahren würde. Dies ist aber unmöglich, da nach den Gesetzen der Hydrodynamik das Wasser stets senkrecht zu der bewegten Fläche beschleunigt wird. Da nun die Flächenteile einer Schraube zur Achse geneigt sind, so wird naturgemäß beim Arbeiten, sobald eine achsiale Beschleunigung oder ein Slip entsteht, auch stets eine tangentiale Beschleunigung des Wassers auftreten. Diese kreisende Bewegung wurde bereits durch die erwähnten experimentellen Untersuchungen nachgewiesen.

Ebenso wie die achsiale, so ist auch die tangentiale Beschleunigung des Wassers längs des Radius von Punkt zu Punkt verschieden. Nach meinen Messungen, ebenso denjenigen von Dr. Gebers ergibt sich übereinstimmend, daß im allgemeinen die tangentiale Beschleunigung des austretenden Schraubenstrahls von der Flügelspitze nach der Nabe zu wächst, eine Erscheinung, die hauptsächlich durch den nach der Nabe zu stärker werdenden Sog der dickeren Flügelteile hervorgerufen wird.

Ich hatte bereits vor 5 Jahren auf Grund meiner Messungen ein Modell der absoluten Wasserbahnen angefertigt, bei welchem der ungefähre Verlauf der absoluten Wasserbahnen durch Drähte dargestellt war. Der Vollständigkeit halber sei dieses Modell als Fig. 7 hier nochmals wiedergegeben. Die stärkere Verwindung des Schraubenstrahls in der Nähe der Nabe ist deutlich zu erkennen.

In der bereits erwähnten Arbeit von Dipl. ing. Kempf ist ebenfalls ein Modell der absoluten Wasserbahnen bei einer am Ort rotierenden Schraube wiedergegeben, welches auf Grund chemischer Aufzeichnung der Strömung hergestellt ist. Dieses Modell zeigt gegen Fig. 7 insofern einen Unterschied, als vor der Schraube Kempf keine tangentiale Verdrehung des Schrauben-



strahls konstatiert hat, dagegen läßt dessen Modell **hinter** der Schraube eher eine noch stärkere Verwindung des Schraubenstrahls als bei Fig 7 erkennen. (Das Modell von Kempf zeigt auch in der Längsrichtung eine von Fig. 7 abweichende Form, indem bei ihm in und gleich hinter der Schraube die Stromfäden stark auseinandergehen, statt wie von Geheimrat Flamm und mir beobachtet, auf annähernd dem gleichen Zylinder weiterlaufen. Ein Eingehen auf diese Unterschiede liegt jedoch nicht im Rahmen dieser Arbeit.)

Modell des Strömungsverlaufs bei einem Propeller.

Fig. 7.

Die Messungen von Dr. Gebers zeigten für einen Propeller von 300 mm Durchmesser den in Fig. 8 wiedergegebenen Verlauf des Winkels der absoluten Wasserbewegung gegen die Achsialebene für drei verschiedene Geschwindigkeiten v des Wagens bei gleicher Umdrehungszahl der Schraube, d. h. für drei verschiedene Slips. Die Kurve A gilt für v = 130 cm/sec., Slip = 47,0 %; B für v = 203 cm/sec., Slip = 17,8 %; C für v = 270 cm/sec., Slip = — 9,3 %.

Es bestätigen auch diese Kurven die gegen die Nabe zu stärkere Verwindung des Schraubenstrahls; ferner zeigen sie, daß mit zunehmendem achsialen Slip auch die tangentiale Geschwindigkeit des Schraubenstrahls zunimmt.

Diese letztere Tatsache ist z. B. für Gegenpropeller von Turbinenschiffen derart zu verwerten, daß die Eintrittswinkel für die Schaufeln etwas größer gewählt werden müssen als bei langsamer laufenden Propellern mit geringerem Slip. In Betracht kommt hierbei natürlich nur der tatsächliche, nicht der scheinbare Slip.

Nun wird aber bei gewöhnlichen Schrauben nur der achsiale Slip für die Fortbewegung des Schiffes ausgenutzt, während die mit der tangentialen Beschleunigung verbundene Drehungsenergie des Schraubenstrahls, ebenso die Drehungsenergie, hervorgerufen durch die Reibung, den Formwiderstand und den tangentialen Sog der Schraube vollkommen verloren ist.

Die Drehungsenergie des austretenden Schraubenstrahls bezw. der gesamte Wirbelverlust E_w läßt sich direkt und indirekt annähernd berechnen.

Winkel der Wasserbewegung gegen die Achsialebene.

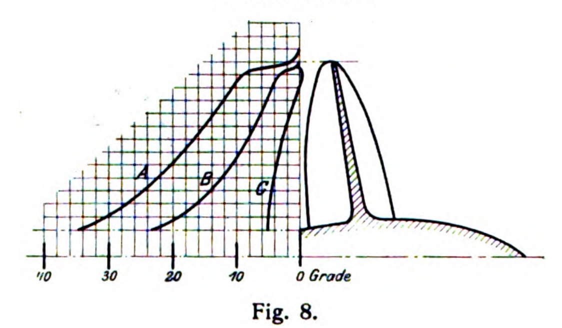


Fig. 8.

Direkt, sobald das Gesetz für den Verlauf der tangentialen Geschwindigkeit als Funktion des Radius, z. B. aus Messungen bekannt ist. Es ist dann

$$E_w = \int_0^R \frac{m \cdot v_t^2}{2},$$

wo m die Masse der in der Zeiteinheit durch das Flächenelement $2\pi r\,dr$ durchtretenden Wassermenge bedeutet.

Eine indirekte Schätzung des Wirbelverlustes E_w ergibt sich in der Weise, daß man aus gemessenen Wirkungsgraden zunächst den Totalverlust feststellt und hiervon den Reibungs- und Formwiderstandsverlust abzieht.

a) Direkte Rechnung.

Für die Zwecke dieses Aufsatzes möge zunächst eine Schätzung des Verlustes genügen, während eine genaue theoretische Berechnung für später vorbehalten bleiben soll, nachdem noch mehr Meßergebnisse vorliegen.

Für einen normalen Propeller (mit verhältnismäßig geringer Umlaufzahl) von z. B. $\frac{H}{D} \sim 1,4$ kann die mittlere tangentiale Beschleunigung v_{mt} auf $\frac{R}{2}$ angenähert gleich dem mittleren achsialen Slip gesetzt werden, da bei diesem Steigungsverhältnis der Steigungswinkel auf $\frac{R}{2}$ angenähert $= 45^0$ ist. Unter diesen Umständen ist der Drehungsverlust, hervorgerufen lediglich durch tangentiale Beschleunigung,

$$E_t = F \cdot \frac{C + U}{2} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{(C - U)^2}{2},$$

wo F die Propellerkreisfläche, C den Schraubenweg $= \frac{H \cdot n}{60}$, U den Schiffsweg Vorstrom, C — U also den tatsächlichen achsialen Slip bedeutet. Hieraus läßt sich in einfacher Weise eine der bekannten Formel für die nützliche Schubarbeit (der sogenannten Durchmesserformel)

$$N_e = c \cdot D^2 \cdot \left(\frac{H \cdot n}{100}\right)^3 \cdot \lambda$$

völlig analoge Formel für die verlorene Drehungsenergie in PS ableiten, und zwar

$$E_t = c \cdot D^2 \cdot \left(\frac{H \cdot n}{100}\right)^3 \cdot \lambda'$$

wo c in beiden Fällen die gleiche Konstante, dagegen

$$\lambda = 1 + k - k^2 - k^3$$

und

$$\lambda' = 1 - k - k^2 + k^3$$

bedeutet, wenn mit $k = \frac{U}{C} = 1 - s_t$ bezeichnet wird (s_t = tatsächl. Slip).

Aus dem Verhältnis

$$\frac{E_t}{N_e + E_t + E_r + E_f},$$

in dem der Nenner die ganze dem Propeller zugeführte Arbeit (E_r = Reibungsarbeit, E_f = Formwiderstandsarbeit) bedeutet, läßt sich ein Schluß auf den angenäherten prozentualen Wirbelverlust ziehen. Vernachlässigt man zunächst $E_r + E_f$, so ergibt sich einfach

$$\frac{E_t}{N_e + E_t} = \frac{\lambda'}{\lambda + \lambda'}.$$

Für einen mittleren tatsächlichen Slip von $\sim 0,25$, d. h. $k = 0,75$ ergibt sich $\frac{\lambda}{\lambda + \lambda'} = \sim 13\,\%$, d. h. im vorliegenden Falle werden rund 13 % der ganzen in die Welle geleiteten Arbeit in verlorene Drehungsenergie des austretenden Strahls umgesetzt. Diese Ziffer, welche etwa für Propeller mit verhältnismäßig großem Steigungsverhältnis und

mittlerer Umfangsgeschwindigkeit gelten kann, ist in Wirklichkeit trotz der Vernachlässigung von $E_r + E_f$ im Nenner eher zu klein als zu groß errechnet. Denn auch der Zähler wird durch E_r und E_f erhöht, d. h. ein Teil der Formwiderstands- und Reibungsarbeit, sowie der Flügelsog erscheint ebenfalls als verlorene Drehungsenergie.

Bei schnellaufenden Propellern machen sich die letzteren Einflüsse besonders bemerkbar. Für solche Propeller wird daher die obige Zahl trotz der etwas geringeren tangentialen Beschleunigung (wegen des im allgemeinen geringeren Steigungswinkels) nicht unwesentlich höher anzusetzen sein.

b) Indirekte Rechnung.

Aus wiederholten Messungen des Schubes und der effektiven Leistung bei verschiedenen Schiffen und Versuchsfahrzeugen (Taylor, Dr. Föttinger u. a.) wurde als Wirkungsgrad gewöhnlicher Schiffspropeller (d. h. das Verhältnis der nützlichen Schubarbeit zu der ganzen in die Welle geschickten effektiven Arbeit) 65 bis höchstens ca. 75 % festgestellt. Die kleineren Werte beziehen sich hierbei auf rasch laufende Propeller mit Dampfturbinenantrieb, die größeren Werte auf solche mit mäßiger Umfangsgeschwindigkeit und sauber bearbeiteten Flügeln aus Bronze. Bei rohen gußeisernen Flügeln (wie z. B. für Frachtschiffe) sind selbstverständlich die Wirkungsgrade trotz geringer Umfangsgeschwindigkeit noch schlechter und betragen höchstens etwa 65—70 %.

Um ein bestimmtes Beispiel zu haben, sei ein Torpedoboot mit Kolbenmaschinen vorausgesetzt, also Propeller mit einer nicht allzu hohen Umfangsgeschwindigkeit von etwa 39 m. Dementsprechend kann der Wirkungsgrad zu etwa 70 % angesetzt werden. Die restlichen 30 % verteilen sich auf E_w (Wirbelverlust), E_r (Reibungsverlust), E_f (Formwiderstandsverlust) und einen verhältnismäßig geringen Verlust durch Reibung der Propellerwelle in den Lagern usw. Der letztere Verlust kann bei unserer schätzungsweisen Rechnung vernachlässigt werden.

Die Verluste E_r und E_f sind experimentell etwas schwierig festzustellen (einen Beitrag in dieser Beziehung hatte ich in meinem Vortrag 1906 „Versuche mit Schiffsschrauben" gegeben); ebenso Kempf in der bereits erwähnten Arbeit*). Nach Riehn**) ergibt sich für die Summe der Verluste $E_r + E_f$ etwa 10—20 % der effektiven Arbeit an der Schraubenwelle, wobei die höheren Werte für Propeller von Turbinenschiffen in Betracht kommen.

---

*) „Die Turbine" 1911 S. 46.

**) Z. d. V. d. Ing. 1884 S. 349 u. f.

Riehn hat für diese Verluste die Formeln aufgestellt:

$$E_r = \frac{4}{5} \cdot \varrho f_1 \cdot V^3$$

$$E_f = p \cdot k_1 \cdot (\delta_1 \cdot R) \cdot \frac{V^3}{4},$$

wobei p = Zahl der Flügel,

k_1 = ein Koeffizient = 10,

δ_1 = mittlere Dicke des Flügels,

$\delta_1 \cdot R = 0{,}035\ R^2 - 0{,}005\ R^3$,

V = Umfangsgeschwindigkeit der Schraube,

ϱ = ein Koeffizient = 0,18 für sauber bearbeitete Propeller,

f_1 = die projizierte Flügelfläche.

Form- und Reibungswiderstand wachsen somit mit der dritten Potenz der Umfangsgeschwindigkeit.

Für unser Beispiel eines Torpedobootes ist (nach Probefahrtsresultaten):

PS_i pro Welle	= 3 000		bei forcierter Fahrt
n „ „	= 346		bei forcierter Fahrt
Schiffsgeschwindigkeit	= 29,25	sm	bei forcierter Fahrt
Propellerdurchmesser	= 2 180	mm,	
Propellersteigung	= 3 100	„ ,	
Projektionsfläche	= 1,3	qm pro Propeller,	
Zahl der Flügel	= 3		

$E_r = \frac{4}{5} \cdot 0{,}18 \cdot 1{,}3 \cdot 39{,}5^3 \ldots = 11\,000$ mkg/sec $= 146$ PS

$E_f = 3 \cdot 10 \cdot (0{,}0351) \cdot \frac{39{,}5^3}{4} \ldots = 16\,000$ „ $= 214$ „

$E_r + E_f$ = 360 PS

Bei einem mechanischen Wirkungsgrad von ∼ 0,95 sind an der Schraubenwelle verfügbar . . . . 2 850 PS

davon in Schubarbeit umgesetzt 0,7 . 2850 . . . . = 1 990 „

Gesamtverlust . . . . 860 „

davon ab für $E_r + E_f$ . . . . 360 „

verbleibt Wirbelverlust . . . = **500 PS**

= **17,5 %**

der ganzen effektiven Arbeit. Nach den bisherigen Ergebnissen mit Gegenpropellern scheint diese Ziffer der Wahrheit näher zu liegen als die nach der direkten Rechnung ermittelte Zahl. Der Wirbelverlust macht somit einen ganz erheblichen

Bruchteil der effektiven Arbeit aus; Grund genug, um die Beseitigung bezw. Verminderung des Wirbelverlustes zu einer Frage von allererster wirtschaftlicher Bedeutung zu machen. Es muß dies besonders betont werden in Berücksichtigung der Tatsache, daß der fragliche Verlust ja nicht zu den unvermeidlichen Verlusten wie etwa die Formwiderstands- und Reibungsarbeit oder z. B. der Kühlwasserverlust beim Kondensator gehört.

Der Gegenpropeller hat nun den Zweck und löst die Aufgabe — richtige Konstruktion vorausgesetzt — diese verlorene Drehungsenergie wieder zum größten Teil in nützliche Schubarbeit umzusetzen. Erreicht wird dies dadurch, daß durch hinter dem Hauptpropeller angebrachte feststehende gekrümmte Schaufeln das nach Verlassen des Hauptpropellers in schraubenförmig verwundenen Bahnen abfließende Wasser wieder in die achsiale Richtung abgelenkt wird. (Siehe Fig. 9.)

a—b ist die absolute Austrittsrichtung des Wassers ohne Gegenpropeller, a—d mit Gegenpropeller, a—c ist die Komponente der absoluten Austrittsgeschwindigkeit, welche ohne Gegenpropeller für die Größe des Schubes bezw. für die Fortbewegung des Schiffes in Frage kommt. Die Überleitung in die achsiale Richtung bedingt somit einen Zuwachs dieser Komponente, theoretisch bis auf die volle Größe der absoluten Austrittsgeschwindigkeit. Es entsteht somit auch ein vermehrter Schub auf die Propellerkreisebene, resultierend aus der Differenz der den Größen a—b bezw. a—c entsprechenden Geschwindigkeitshöhen.

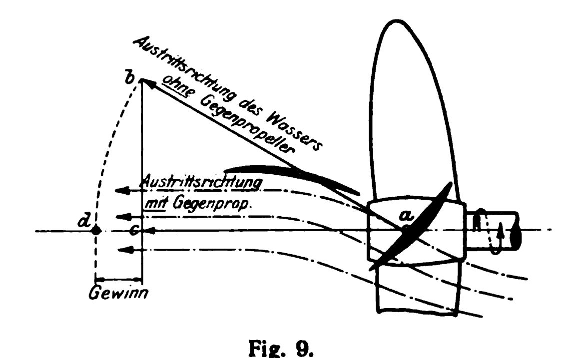


Fig. 9.

Der Gegenpropeller hat eben genau dieselbe Funktion wie der Diffusor oder die Leitschaufeln jeder modernen Zentrifugalpumpe. Ebenso ist die Vergrößerung des Wirkungsgrades durch den Gegenpropeller genau analog wie bei mit Leitschaufeln versehenen Pumpen. So hat z. B. Prof. Dr. Föttinger im Jahrgang 1910 des Jahrbuchs der Schiffbautechnischen Gesellschaft, S. 226 über Versuche mit einer Torpedobootszentrifugalpumpe berichtet, bei welcher er durch Einbau von Leitschaufeln einen Wirkungsgrad bis zu 86 % erreicht hat, während normale Niederdruckzentrifugalpumpen guter Ausführung, jedoch ohne Leitschaufeln, einen Wirkungsgrad von höchstens 70 % besitzen.

Es wäre also geradezu eine Inkonsequenz, wenn man nicht auch bei Propellern,

die ja hydraulisch eine völlig gleiche Funktion wie Zentrifugalpumpen haben, eine Steigerung des Wirkungsgrades durch Leitschaufeln herbeiführte.

Die Gesamtwirkung des Gegenpropellers besteht darin, daß einerseits eine nützliche, nach vorwärts gerichtete Schubkomponente P_v der Resultierenden P_n der Ablenkungsdrücke (siehe Fig. 10), andererseits eine zusätzliche, nützliche Reaktion auf die Flügel des Hauptpropellers entsteht.

Daß in der Tat auch der Gegenpropeller Schub erzeugt, wurde bei einem Motorboot festgestellt, bei welchem der Gegenpropeller hinter dem Hauptpropeller derart längs verschieblich gelagert war, daß die Nabe des Gegenpropellers gegen diejenige des Hauptpropellers drücken konnte. Bei der Vorwärtsfahrt stellte sich stets ein pfeifendes Geräusch und starke Abnutzung der gegeneinander liegenden Nabenflächen ein.

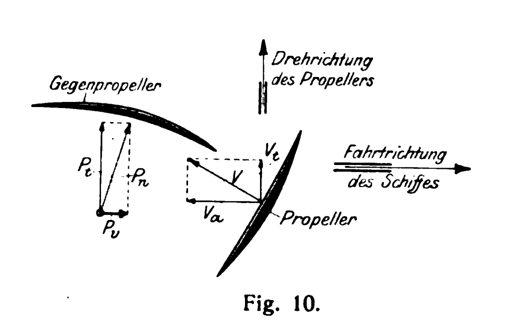


Fig. 10.

Zum größten Teil scheint jedoch der Hauptpropeller den vermehrten Schub aufzunehmen. Beweis dafür ist einerseits die Tatsache, daß bei der Mehrzahl der bisher angeführten Gegenpropeller bei gleicher Maschinenleistung die Umdrehungszahl etwas herabging, was natürlich nur auf eine Vergrößerung des Drehmoments und damit des achsialen Schubes zurückgeführt werden muß. Ferner spricht dafür der Umstand, daß die Flügel des Hauptpropellers bei Anwendung des Gegenpropellers viel gleichmäßiger zum Tragen kommen (siehe weiter unten die Ergebnisse mit „V. 185"), insbesondere der sonst nach der Austrittsseite des Flügelblattes stark abfallende Druck erhöht wird. Die Vermehrung des spezifischen Flächendruckes auf den Hauptpropeller kann nach den bisher vorliegenden Versuchen zu 10—15 % angenommen werden.

Es könnte nun die Frage aufgeworfen werden, mit welchem Wirkungsgrad der Gegenpropeller selbst wieder arbeitet bezw. ob der Gegenpropeller durch seine Eigenwiderstände den erzielten Gewinn nicht wieder zum größten Teil aufzehre.

Die Verluste des Gegenpropellers setzen sich, stoßfreien Eintritt vorausgesetzt, ebenfalls aus einem Reibungsverlust E_r' und einem Formwiderstandsverlust E_f' zusammen. Diese Verluste sind aber bedeutend kleiner als bei den Flügeln des Hauptpropellers, da, wie weiter oben bemerkt, die Verluste mit der dritten Potenz der relativen Wassergeschwindigkeiten ab- und zunehmen.

Die relative Geschwindigkeit v, mit welcher das Wasser an den Flügeln des Gegenpropellers vorbeistreicht, ist angenähert

$$v = \sqrt{C^2 + v_t^2},$$

wo $C = \frac{H\,n}{60}$ und v_t höchstens etwa 0,25 C, so daß $v \sim 1{,}03\,C$ ist.

Für unser obiges Beispiel eines Torpedobootspropellers ist sonach

$$C = \frac{3{,}1 \,.\, 346}{60} = 17{,}9 \text{ m}; \quad v = 18{,}5 \text{ m}.$$

Die Gesamtflügelfläche des Gegenpropellers (beide Seiten gerechnet) kann etwa das 1,5 bis 2 fache der projizierten Fläche des Hauptpropellers (ebenfalls beide Seiten gerechnet) gesetzt werden, während die Summe der Flügelstärken des Gegenpropellers eher etwas kleiner als die entsprechende Summe beim Hauptpropeller ist, für unsere Rechnung der Sicherheit halber jedoch als gleichgroß geschätzt werden kann.

Es ist demnach

$$E_r' = E_r \,.\, 2 \,.\, \frac{18{,}5^3}{39{,}5^3} = 146 \,.\, 2 \,.\, \frac{6\,300}{61\,500} = 30 \text{ PS.}$$

$$E_f' = E_f \,.\, \frac{18{,}5^3}{39{,}5^3} = 214 \,.\, \frac{6\,300}{61\,500} = 22 \text{ ,,}$$

$$E_r' + E_f' = \mathbf{52} \text{ PS.}$$

Setzt man nun voraus, daß der Eintritt des Wassers in den Gegenpropeller nicht ganz stoßfrei erfolgt und daher der Gesamtverlust etwa $\simeq$ 60 PS beträgt, so ergibt sich immer noch ein Gewinn von

$$500 - 60 \sim 440 \text{ PS.}$$

Dies entspricht einer Steigerung des Propellerwirkungsgrades von

$$\frac{440}{2850} \sim \mathbf{15}\ \%,$$

also von 70 % auf 85 %, eine Zahl, die sich im Mittel vollkommen mit den bisher erreichten Ergebnissen deckt, ebenso den Resultaten von Prof. Dr. Föttinger mit einer Zirkulationspumpe entspricht.

Aus den obigen Darlegungen folgt zugleich, daß die etwa bei oberflächlicher Betrachtung entstehenden Bedenken, der Gegenpropeller zehre den erzielten Gewinn durch seine Eigenwiderstände wieder fast auf, hinfällig sind.

Bei Propellern von Turbinenschiffen mit großem achsialen, daher auch großem tangentialen Slip bezw. Wirbelverlust erhöht sich im allgemeinen auch die durch den Gegenpropeller zurückgewonnene Energie. Nach den bisherigen Resultaten



kann man sogar mit gewissen Einschränkungen allgemein aussprechen: je schlechter der Hauptpropeller ist, desto mehr wird wieder an Energie durch den Gegenpropeller zurückgewonnen.

Der letztere bildet somit das bisher vermißte nivellierende Moment bezw. eine gewisse Sicherheit gegen die unvermeidlichen konstruktiven Mißgriffe bei der Dimensionierung des Hauptpropellers. Gerade bei Turbinenschiffen wäre eine solche Sicherheit dringend erwünscht, da für diese die Hauptpropeller gleich aus einem Stück gegossen sind, ein Fehlgriff somit gleich den kostspieligen Ersatz neuer Hauptpropeller bedingt.

III. Ergebnisse und Erfahrungen mit Gegenpropellern.

Seit der ersten Ausführung eines Gegenpropellers nach der von mir angegebenen Form bei der Motoryacht „Marga“ im Jahre 1909 sind im ganzen folgende Fahrzeuge mit Gegenpropellern ausgerüstet worden:

	Schiffsname.		Schiffstyp.	PS
1.	„Marga II“	1	Schrauben-Yacht	35
2.	„Elsa“	1	„ „	14
3.	„Marga III“	1	„ „	65
4.	„Lady of the Lake“	1	„ „	30
5.	„Seeadler“	1	„ „	17
6.	„Pelikan“	3	„ „	150
7.	„Grille“	1	„ „	24
8.	„Sophie-Elisabeth“	1	„ „	18
9.	„Mucki“	1	„ „	20
10.	„Marga IV“	1	„ „	20
11.	„Beiboot Kl. A der Kaiserl. Marine“	1	„ -Beiboot	180
12.	„Föttinger-Transformator“	1	„ -Werftdampfer	350
13.	„V. 185“	2	„ -Torpedoboot der Kaiserl. Marine	16 000
14.	„Vulcan“	1	„ -Werftbarkasse	120

Zurzeit sind jedoch noch für eine Reihe weiterer Fahrzeuge Gegenpropeller projektiert, u. a. auch für größere Frachtdampfer.

Von den Resultaten obiger Schiffe seien im nachstehenden nur diejenigen

eingehender erwähnt, von denen mir ausführliche Vergleichsergebnisse zur Verfügung standen bezw. bei welchen vergleichende Progressivfahrten ausgeführt wurden und über deren richtige Durchführung keinerlei Zweifel bestehen. Es sind dies die Fahrzeuge 1, 11, 12, 13 und 14. Die Resultate einiger der übrigen Schiffe seien nur kurz erwähnt.

Der Übersicht halber sind die einzelnen Ergebnisse und Erfahrungen bezüglich Geschwindigkeit, Leistung, Umdrehungszahlen und Slip, Vibrationen, Steuerfähigkeit, Trimmänderung, Verhalten des Gegenpropellers im Betrieb usw. getrennt besprochen.

a) Leistungsersparnis und Geschwindigkeitsgewinn.

1. Motoryacht „Marga II“.

Die Ergebnisse der mit diesem Fahrzeug an dem offiziellen Kilometer auf der Havel ausgeführten Vergleichsfahrten mit und ohne Gegenpropeller sind aus der

Ergebnisse mit der Motoryacht „Marga“.

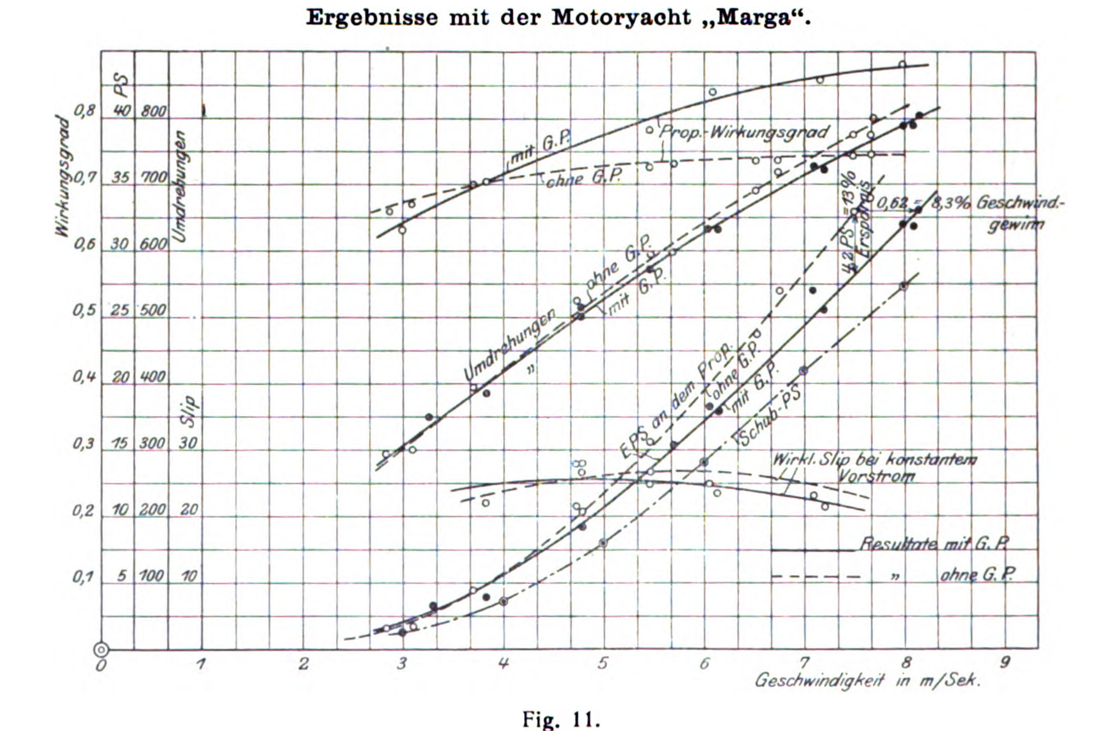


Fig. 11.

Kurventafel Fig. 11 ersichtlich, während eine photographische Aufnahme des hinteren Teils des Fahrzeugs mit Gegenpropeller in Fig. 12 dargestellt ist. Nachstehend seien einige Zahlenwerte herausgegriffen; so ergab sich

	ohne Gegenprop. PS	mit Gegenprop. PS	Gewinn an Leistung*)
bei 6 m Geschwindigkeit pro Sekunde . .	19,5	17,0	**12,5** %
„ 7 m „ „ „ . .	28,0	24,3	**13,2** %
„ 8 m „ „ „ . .	37,5	32,2	**14,1** %

Geschwindigkeitsvermehrung bei Höchstleistung etwa 0,62 m/sec. . . **8,3** %.

Motoryacht „Marga II“.

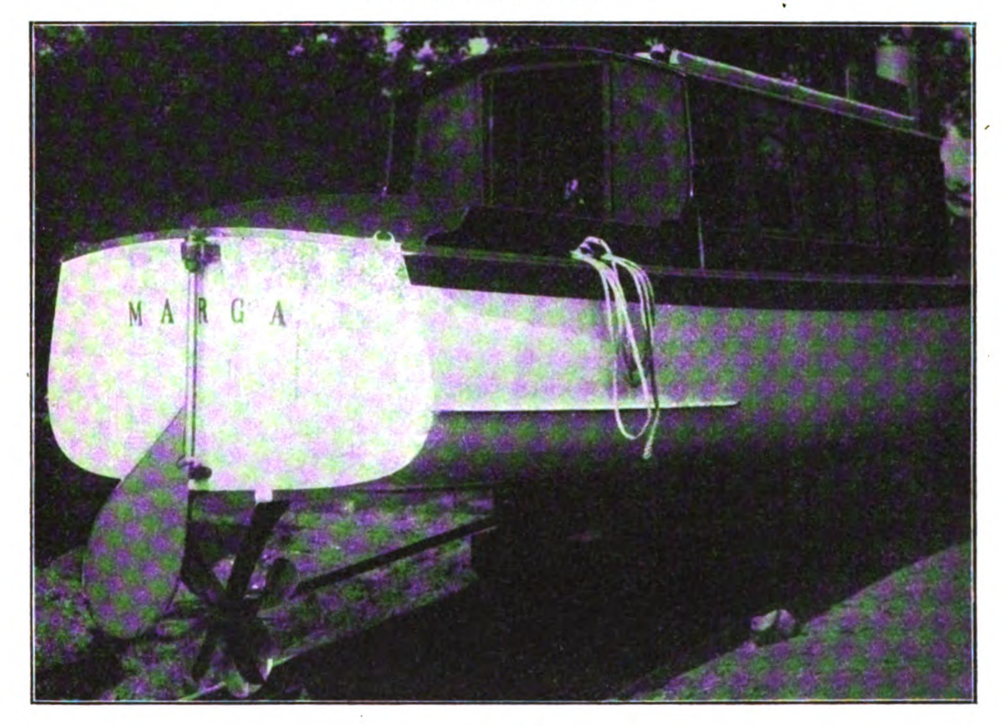


Fig. 12.

Bei Annahme gleicher Schub-PS mit und ohne Gegenpropeller ergibt sich demnach für den Fall mit Gegenpropeller eine Steigerung des Schraubenwirkungsgrades bei der Höchstleistung von **74** % auf **87** %, ein Ergebnis, das völlig analog ist den Resultaten von Prof. Dr. Föttinger mit einer Zentrifugalpumpe mit Leitapparat.

2. Dampfbeiboot Kl. A der Kaiserl. Marine.

Die Vergleichsfahrten mit und ohne Gegenpropeller wurden im Sommer 1910 von der Kaiserlichen Marine im Kieler Hafen selbst ausgeführt. Die Ergebnisse sind in der Kurventafel Fig. 13 aufgetragen. Nachstehend ebenfalls einige Zahlenwerte:

*) Der Gewinn an Leistung ist im folgenden stets auf die Ergebnisse ohne Gegenpropeller, also auf die größere Leistung bezogen.



	ohne Gegenprop. PSi	mit Gegenprop. PSi	Gewinn an Leistung
bei 8,5 Sm pro Stunde	28	22,8	**18,5 %**
„ 9,5 „ „ „	61	49,5	**18,9 %**
„ 10,5 „ „ „	130	110,0	**15,4 %**

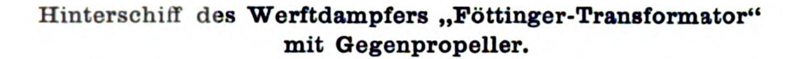
Ergebnisse mit dem Dampfbeiboot.

Fig. 13.

Wie diese Zahlen schon andeuten, steigt die Leistungskurve am Schlusse äußerst rasch, etwa mit der 7. bis 8. Potenz der Schiffs-Geschwindigkeit.

Der Gewinn an Geschwindigkeit bei der Höchstleistung war infolgedessen natürlich bei weitem nicht so bedeutend als bei „Marga II“, bei welchem die Leistung

nur etwa mit der zweiten Potenz ansteigt. Der Betrieb des Beibootes mit der Höchstleistung ist daher selbstverständlich unrationell, da es für die Erzielung einer Geschwindigkeit von über 10 Knoten nicht besonders geeignet war.



Hinterschiff des Werftdampfers „Föttinger-Transformator" mit Gegenpropeller.

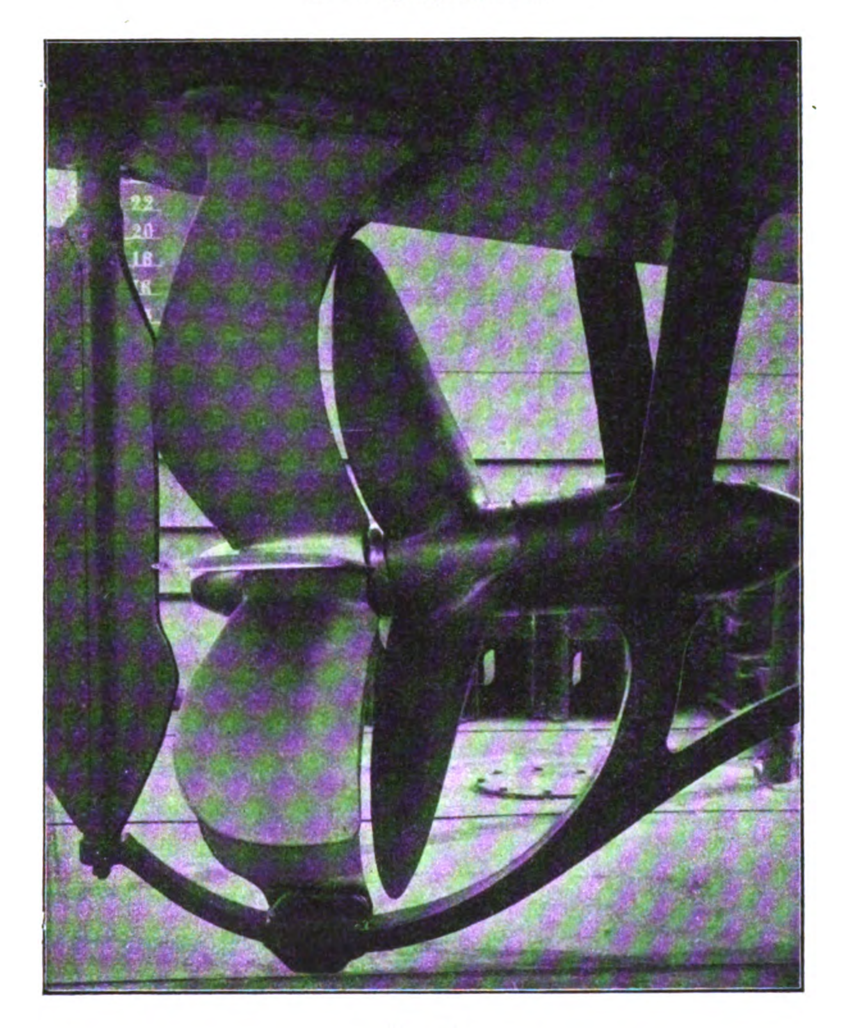


Fig. 14.

3. Werftdampfer „Föttinger-Transformator".

Die Einrichtung dieses zugleich als Eisbrecher gebauten Dampfers ist bereits im Jahrbuch 1910 der Schiffbautechnischen Gesellschaft durch Prof. Dr. Föttinger eingehend beschrieben. Der Antrieb erfolgt durch eine schnellaufende Dampfturbine mit einer Übersetzung von etwa 5 : 1 ins Langsame auf die Propellerwelle

durch einen Föttinger-Transformator. Eine photographische Aufnahme des Hinterschiffes mit Gegenpropeller zeigt Fig. 14. Die Vergleichsfahrten mit und ohne Gegenpropeller wurden im Herbst 1910 im sogenannten Papenwasser der Oder an der abgesteckten Meile bei Schwabach ausgeführt und mehrfach mit und ohne Gegenpropeller wiederholt, um alle Fehler durch Strömung, Wind usw. auszuschließen. Die Messungen der sekundären PSe erfolgten durch einen Föttingerschen Torsionsindikator. Die Ergebnisse der betreffenden Fahrten sind in Kurventafel Fig. 15 aufgetragen. Die Kurve der gewonnenen PSe verläuft hier anders

Ergebnisse mit dem Werftdampfer „Föttinger-Transformator".

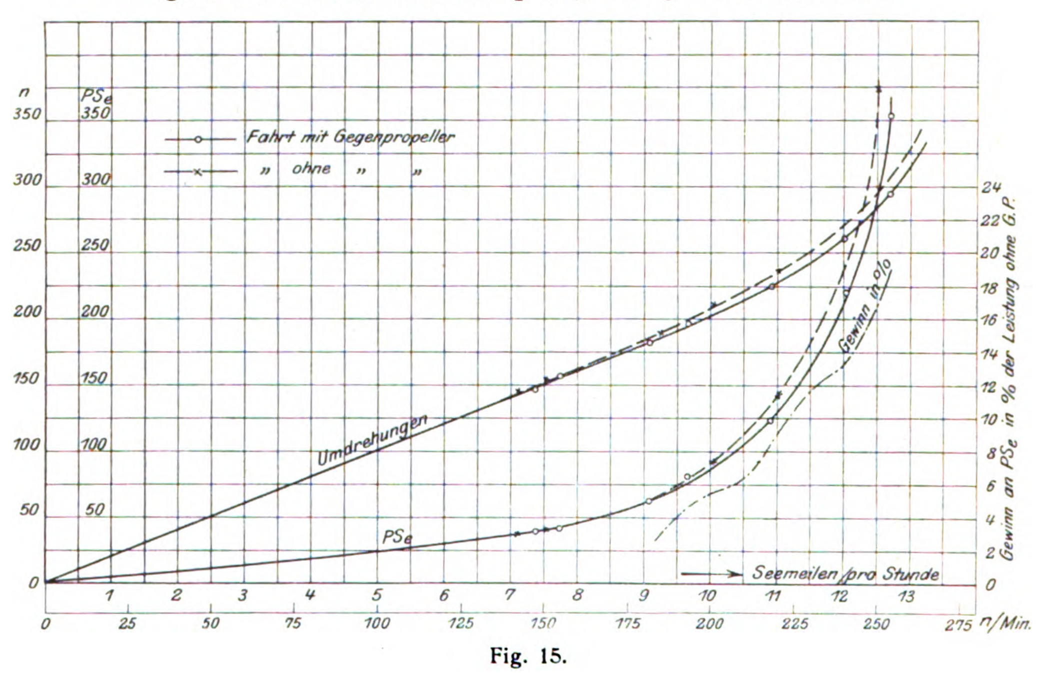


Fig. 15.

als beim Dampfbeiboot, eine Erscheinung, die wohl auf die etwas andere konstruktive Ausführung des Gegenpropellers und der Verschiedenheit der Hinterschiffsform zurückzuführen ist. So ergeben sich z. B.

	ohne Gegenprop. PSe	mit Gegenprop. PSe	Gewinn an Leistung
bei 10,5 Sm pro Stunde	113	105	**7,0** %
„ 11,5 „ „ „	182	163	**10,5** %
„ 12,5 „ „ „	350	290	**17,0** %

Auch dieses Fahrzeug war zur Erzielung einer größeren Höchstgeschwindigkeit durch den Gegenpropeller ebenso ungeeignet wie das Dampfbeiboot, da auch

beim „Föttinger-Transformator" die Leistungskurve am Schlusse ganz explosiv (etwa mit der 8. Potenz) ansteigt, d. h. die eingebaute Leistung ist auch für dieses Fahrzeug viel zu groß. Der Geschwindigkeitsgewinn durch den Gegenpropeller war infolgedessen auch nur unwesentlich.

4. Dampfbarkasse „Vulcan".

Dieses Schiff ist für den eigenen Gebrauch der Hamburger Werftverwaltung des „Vulcan" erbaut und besitzt, wie bereits erwähnt, eine Schraube mit einer etwa 120 PS-Dampfmaschine. Eine hintere Ansicht des Schiffes mit Gegenpropeller ist in Fig. 16 photographisch wiedergegeben. Die Vergleichsfahrten mit und ohne Gegenpropeller wurden in diesem Sommer im Hamburger Hafen ausgeführt. Zwecks Ausschaltung des Ebbe- und Flutstroms wurde mit jeder Geschwindigkeit die Meile einmal mit und einmal gegen den Strom durchlaufen. Es ist möglich, daß dabei trotzdem noch kleinere Fehler bei der Bestimmung der Geschwindigkeit entstanden sind, indem sich eventl. die Stromgeschwindigkeit beim zweiten (rückwärtigen) Durchlaufen der Meile bereits geändert hatte.

Die Ergebnisse sind in der Kurventafel Fig. 17 dargestellt und zeigen die Kurven fast genau denselben Charakter wie diejenigen beim „Föttinger-Transformator". Auch hier steigt die Kurve der gewonnenen PSi immer mehr an und erreicht einen Wert bis zu 17 %. Die Geschwindigkeitsvermehrung bei der Höchstleistung ist auch hier nur unbedeutend, da die Leistungskurve am Schlusse ebenfalls etwa mit der 8. Potenz ansteigt.

5. S. M. Torpedoboot „V. 185".

Auf Grund der bis Anfang 1910 bereits vorliegenden günstigen Ergebnisse mit kleineren Schiffen entschloß sich, wie bereits erwähnt, auch die Kaiserliche Torpedoinspektion zu einem Versuch mit Gegenpropellern bei einem Torpedoboot. Gewählt wurde das gerade beim „Vulcan" im Bau befindliche, den neueren Serien angehörige Turbinen-Torpedoboot „V. 185". Die Gesamtleistung an beiden Wellen dieses Bootes beträgt etwa 16 000 PSe.

Die Forderungen für den Gegenpropeller waren hier wesentlich schwierigere als bei den früheren Ausführungen. Einerseits mußten mit Rücksicht auf das vom Längsschwerpunkt weit nach hinten liegende Gewicht der Gegenpropeller die Flügel derselben möglichst dünn und auch in der Breite ziemlich schmal gehalten werden, wohl wissend, daß durch den letzteren Umstand nur eine unvollkommene Ausnutzung des Schraubenstrahls zu erwarten war. Andererseits waren die Flügel des Gegenpropellers gegenüber den hohen Beanspruchungen infolge der großen



Umfangsgeschwindigkeit der Hauptpropeller genügend stark zu konstruieren, um unter allen Umständen eine Havarie des Torpedobootes durch einen

Dampfbarkasse „Vulcan". Hintere Ansicht.

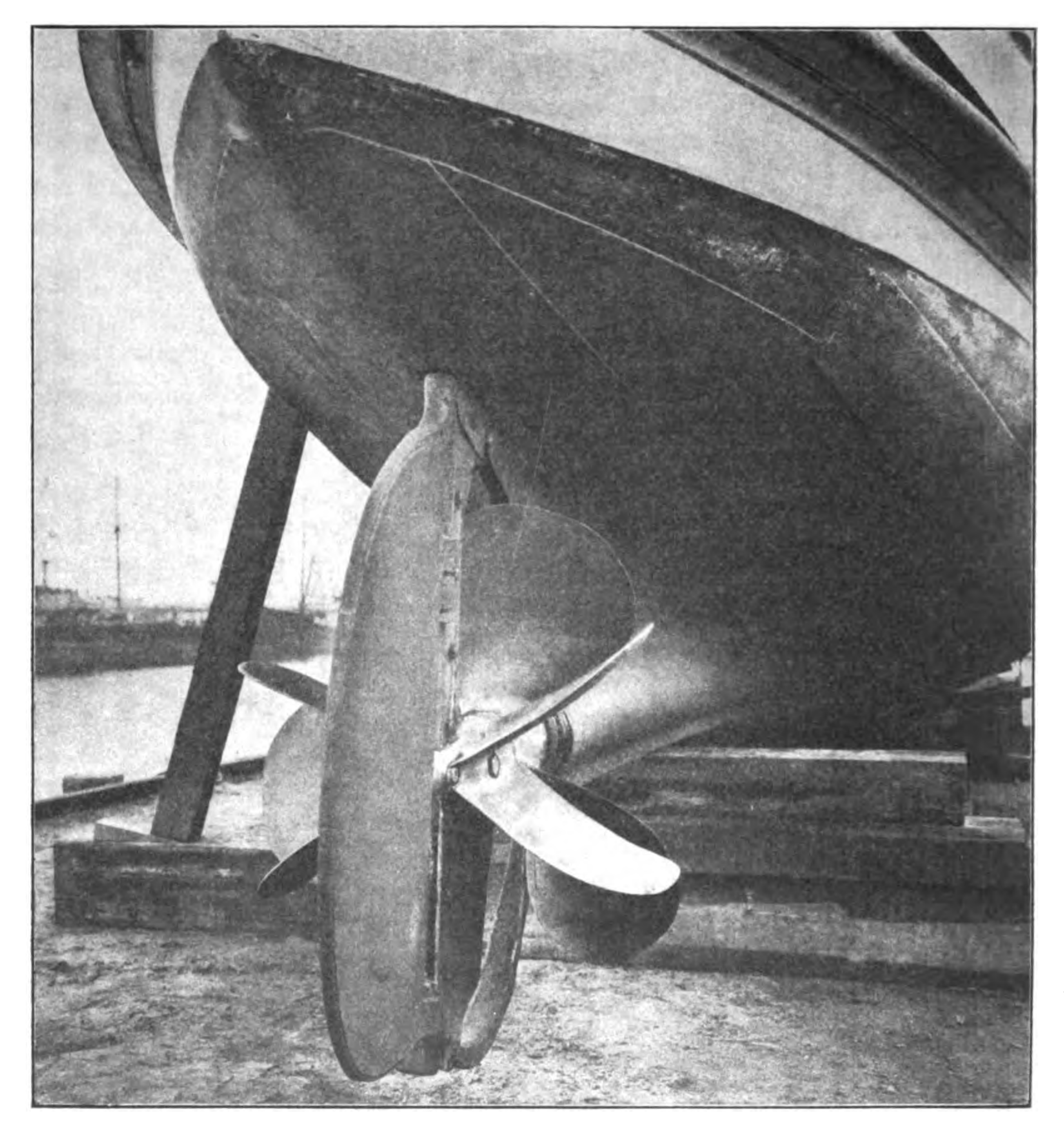


Fig. 16.

eventuellen Bruch der Gegenpropeller auszuschließen. Vor allen Dingen war aber darauf zu sehen, daß durch die Gegenpropeller die Rückwärtsfahrt des Bootes nicht verschlechtert wurde. Zu diesem Zweck wurden in bewußter Weise die Eintrittswinkel der Gegenpropeller, d. h. deren Krümmung wesentlich

k l e i n e r angenommen, als es die Forderung für stoßfreien Eintritt des Wassers und beste Ausnutzung für Vorwärtsfahrt verlangt haben würde.

Wie sich später herausstellte, war der verschlechternde Einfluß des Gegenpropellers bei Rückwärtsfahrt gar nicht vorhanden, dies konnte aber von vornherein nicht vorausgesehen werden.

Infolge dieser verschiedenen Kompromisse wurde, wie vorweg bemerkt werden möge, bei „V. 185" kein so voller Erfolg erzielt, als man gehofft hatte bezw. bei weiteren Neukonstruktionen erreicht werden kann.

Ergebnisse mit der Dampfbarkasse „Vulcan".

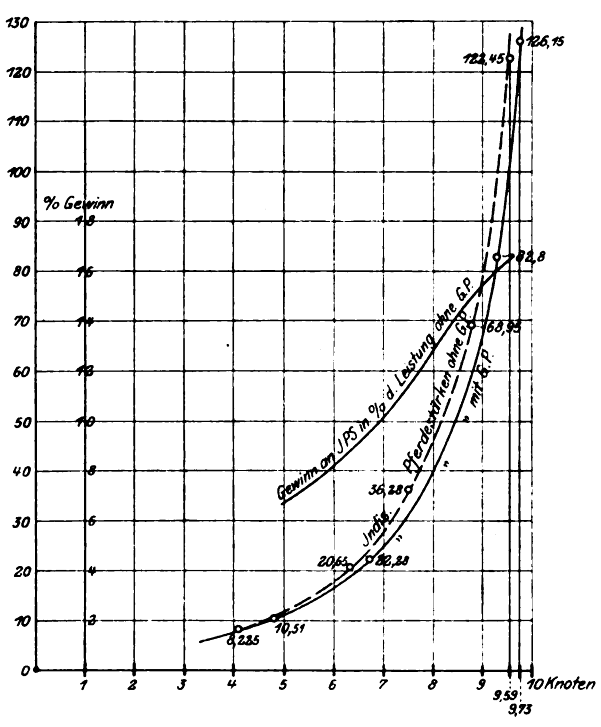


Fig. 17.

Eine photographische Wiedergabe des Hinterschiffes von „V. 185" mit den Gegenpropellern zeigt Fig. 18, während Fig. 19 die Ansicht von der St. B.-Seite, Fig. 20 diejenige von der B. B.-Seite zeigt.

Die Vergleichsfahrten mit und ohne Gegenpropeller wurden im September 1910 in der Ostsee, und zwar zunächst an der Heringsdorfer Meile auf 12—15 m Wassertiefe im Beisein der Vertreter der Kaiserlichen Inspektion des Torpedowesens ausgeführt. Die Ergebnisse sind in der Kurventafel Fig. 21 graphisch aufgetragen.

Die Ausführung der Progressivfahrten erfolgte in der Weise, daß die Leistung allmählich bis zur Höchstleistung gesteigert und dann mit dieser Höchstleistung

Torpedoboot „V. 185“. Ansicht des Hinterschiffs mit Gegenpropellern.



Fig. 18.

Torpedoboot „V. 185". St. B. Gegenpropeller.

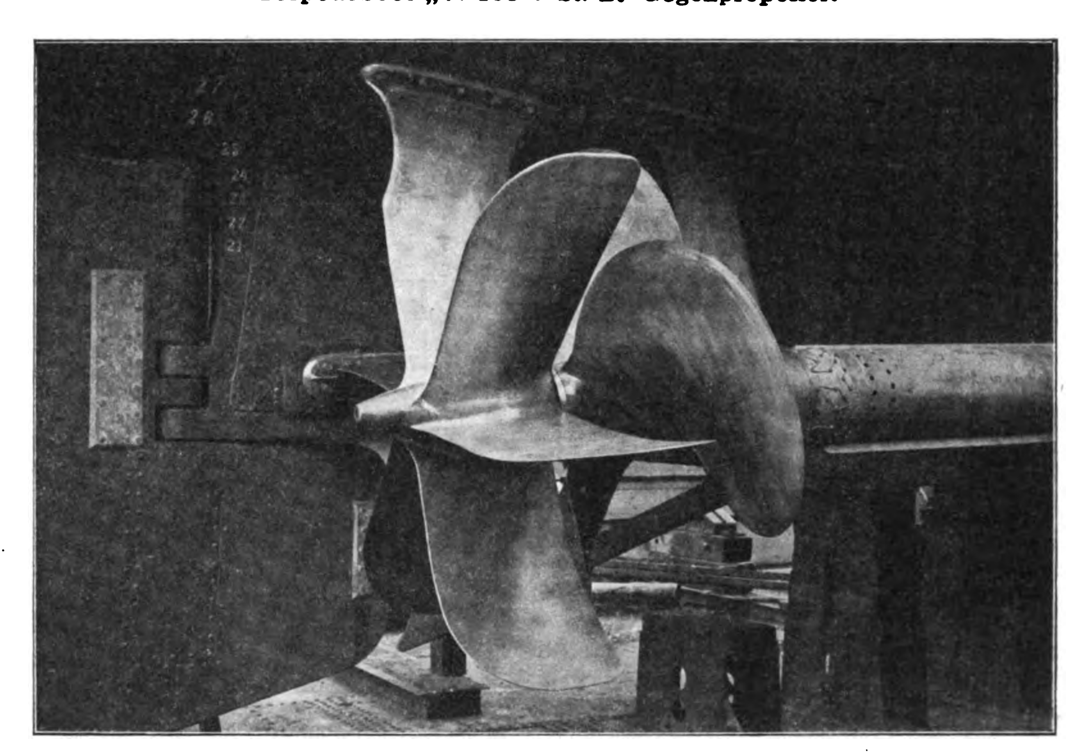


Fig. 19.

Torpedoboot „V. 185". B. B. Gegenpropeller.

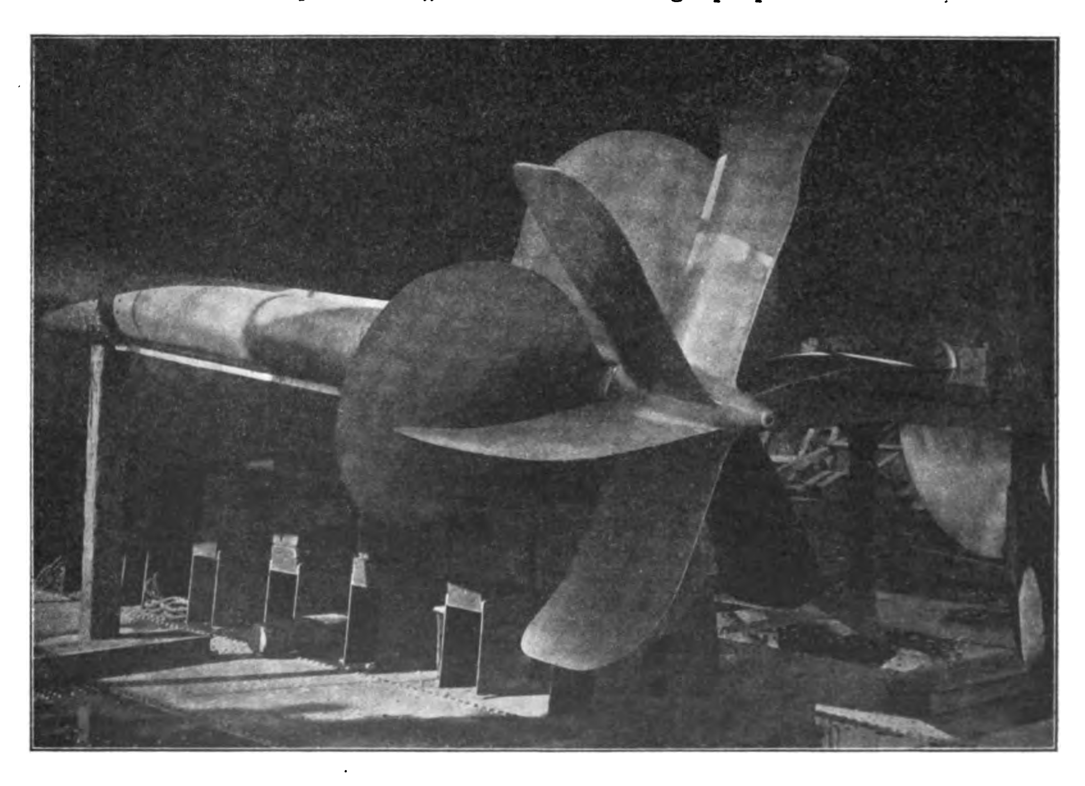


Fig. 20.

die Doppelmeile je zweimal in entgegengesetzter Richtung durchlaufen wurde. Daran schloß sich eine absteigende Progressivmeilenfahrt bis zur Marschgeschwindigkeit von 17 Seemeilen.

Ergebnisse mit dem Torpedoboot „V. 185".

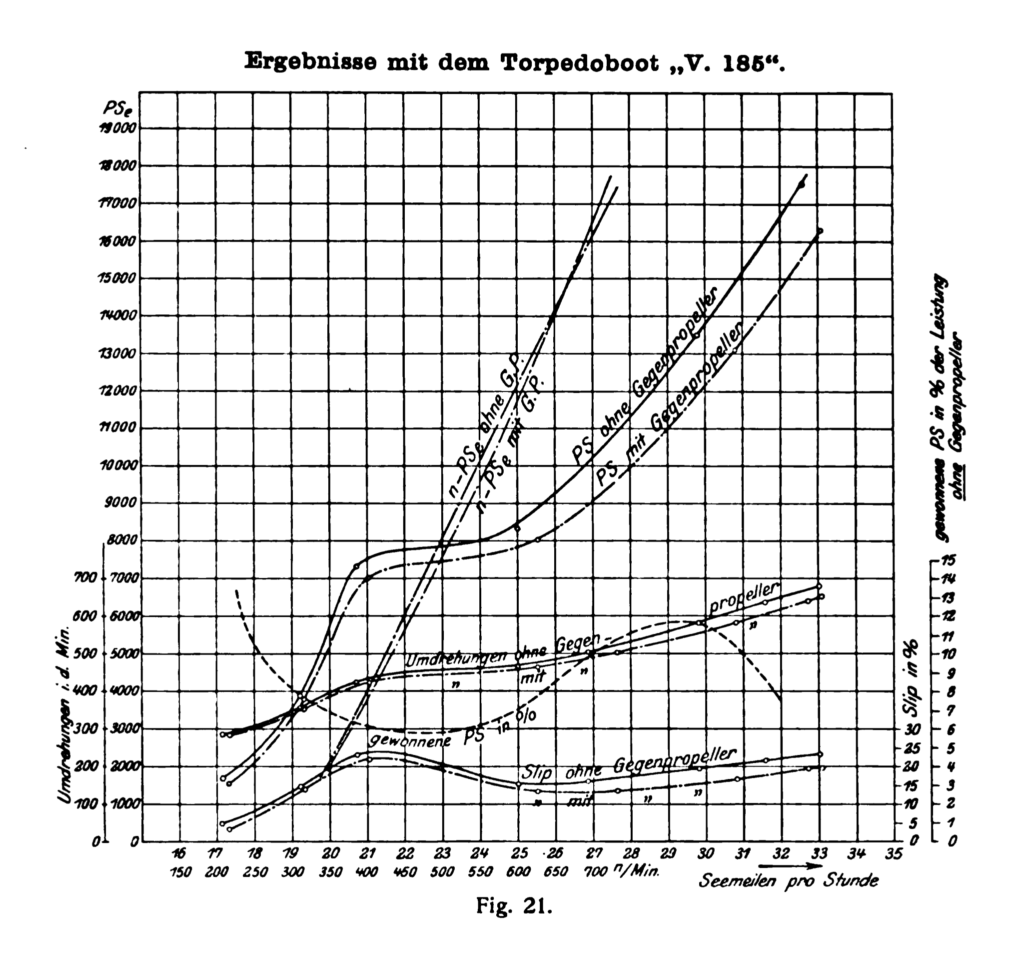


Fig. 21.

Die Resultate aus den vier Meilen mit Höchstleistung waren die folgenden:

	ohne Gegenpropeller	mit Gegenpropeller
Mittlere Geschwindigkeit	33,01 Sm.	33,085 Sm
„ Leistung der Turbinen . . .	17 200 PSe	16 280 PSe
„ Umdrehungszahl d. Turbinen	680 p. Min.	646,5 p. Min.
Slip (bezogen auf 0,7 R des Hauptpropellers)	23,3 %	19,0 %

Es war somit bei der Höchstleistung ein Gewinn an Leistung von etwa 6 % (bei einer wesentlich geringeren Umdrehungszahl) für die gleiche Geschwindigkeit zu verzeichnen. Im Kurvenblatt Fig. 21 ist der obere Teil der PSe-Kurve ohne

Gegenpropeller von etwa 28 Knoten ab derart verändert, daß die Kurve dem Mittelwert der Ergebnisse von „V. 180“, „V. 181“ und „V. 182“ auf der gleichen Wassertiefe entspricht*). („V. 183“ und „V. 184“ hatten auf diesen Fahrten keinen Torsionsindikator an Bord). Darnach ergäbe sich für 32,6 Knoten **ohne** Gegenpropeller eine mittlere Leistung von etwa 17 400 PSe, mit **Gegenpropeller** 15 600 PSe und **daher** bei dieser Geschwindigkeit sogar eine Leistungsersparnis von etwa **10** %.

Wie aus der Kurventafel Fig. 21 hervorgeht, ist bei allen Geschwindigkeiten, insbesondere auch bei der Marschgeschwindigkeit eine Ersparnis an Leistung von im Mittel etwa 8,5 % zu konstatieren (bei Marschgeschwindigkeit sogar etwa **10—12** %, was für den Aktionsradius von besonderer Wichtigkeit ist.) Es ist dies auch theoretisch sehr leicht erklärlich, da das Verhältnis der tangentialen Beschleunigung zur achsialen bei allen Umdrehungszahlen annähernd konstant bleibt. Am auffälligsten war die Ersparnis an Leistung und die Geschwindigkeitsvermehrung bei einer Geschwindigkeit von etwa 28—29 Knoten, und zwar betrug die Leistungsersparnis etwa **12** %, der Zuwachs an Geschwindigkeit etwa **1,3** Knoten.

Im übrigen zeigen die PSe-Kurven der Fig. 21 im Bereich von etwa 20 bis 23 Knoten den für geringe Wassertiefen charakteristischen Buckelverlauf.

Nun ist selbstverständlich bei einem Torpedoboot bei äußerster Kraft nicht so sehr die Ersparnis an Leistung als der Gewinn an Geschwindigkeit von Bedeutung. Wie bereits in Abschnitt II bemerkt, ist der spezifische Flächendruck auf den Hauptpropeller bei Verwendung eines Gegenpropellers um etwa 15 % höher als ohne Gegenpropeller. Entsprechend steigt auch das vom Hauptpropeller absorbierte Drehmoment, so daß das von der Maschine gelieferte Drehmoment im allgemeinen schon bei einer geringeren Umdrehungszahl erreicht wird. Die bei Fahrt ohne Gegenpropeller erzielte maximale Umdrehungszahl ist daher auch im allgemeinen bei Verwendung eines Gegenpropellers ohne Änderung des Hauptpropellers nicht zu erreichen. Um durch Erhöhung der Umdrehungszahl die Maschine wieder voll auszunutzen und die Schiffsgeschwindigkeit zu erhöhen, muß daher bei Verwendung eines Gegenpropellers entweder die Flügelfläche oder der Durchmesser des Hauptpropellers verringert werden. Allgemein geltende Vorschläge für die Konstruktion lassen sich bis jetzt nicht geben; indessen dürfte in den meisten Fällen eine Verringerung des Völligkeitsgrades des Hauptpropellers

*) Eine solche Korrektur ist durchaus zulässig, da selbst hierbei die n — PSe - Kurven mit und ohne Gegenpropeller im oberen Teile noch etwas überschneiden.



durch Verschmälern der Flügel vorteilhafter sein, als durch Verkleinerung des Durchmessers, um so mehr als dann besonders bei den breitflächigen Turbinenpropellern eine normalere elliptische Form erreicht wird, die bekanntlich günstiger ist als die jetzigen fast kreisrunden Flügelblattformen.

Hätte man z. B. im vorliegenden Falle die Flügelfläche derart verkleinert, daß die gleiche Umdrehungszahl von 680 p. Min. wie bei der Fahrt ohne Gegenpropeller erreicht worden wäre, so wäre, gleichen Slip vorausgesetzt, die maximale Geschwindigkeit von 33,085 bei der gleichen Leistung wie bei der Fahrt ohne Gegenpropeller im Verhältnis von 680 zu 646,5 gesteigert. also eine Geschwindigkeit von **34,8** Knoten erreicht worden. Bei Neukonstruktionen mit günstigerem Eintrittswinkel der Gegenschaufeln wird diese Geschwindigkeit um so eher zu erreichen sein.

In Berücksichtigung dieser Darlegungen hatte sich nach Abschluß der Probefahrten vor Heringsdorf die Kaiserliche Inspektion entschlossen, nochmals einen Versuch zu machen, der auf tiefem Wasser ausgeführt werden sollte und bei dem gleichzeitig durch Verminderung der Flügelfläche eine Erhöhung der Umdrehungszahl anzustreben sei.

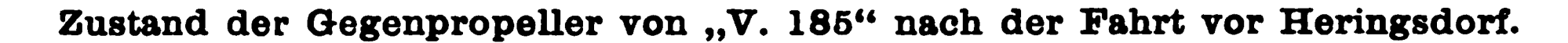
Bevor dieser Versuch ausgeführt werden konnte, mußten zuerst die bei den Fahrten vor Heringsdorf etwas beschädigten Gegenpropeller wieder instand gesetzt werden. Es hatte sich nämlich nach der Dockung gezeigt, daß die Gegenpropeller an den eintretenden Kanten, namentlich an den nach unten stehenden Nebenflügeln, mehr oder weniger große Anfressungen und Auswaschungen aufwiesen, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Fig. 22 zeigt die Gegenpropeller in diesem Zustande nach der Abnahme vom Boot. Die lädierten Stellen wurden durch Einschweißen von Flicken oder übergelegte Kappen aus Kupferblech wieder einigermaßen instand gesetzt.

Zu dem neuen Versuch bei Neufahrwasser, wo etwa 60 m Wassertiefe, wurde ein anderes Hauptpropellerpaar als vor Heringsdorf benutzt, das aus früheren Versuchen stammte, wegen ungünstiger Ergebnisse (es wurden damit vor Neufahrwasser nur 31,5 Knoten erreicht) aber bereits weggeworfen worden war. Nur ein solches abgelegtes Propellerpaar durfte benutzt werden, da die vor Heringsdorf benutzten, am Boot verbliebenen Propeller nicht verändert werden durften.

Die Verminderung der Flügelfläche zwecks Erhöhung der Umdrehungszahl wurde nun der Einfachheit und schnelleren Herstellung wegen derart bewirkt, daß an den Flügelspitzen etwa 100 mm abgeschnitten wurde. Eine Verschmälerung der Flügel hätte zu großer Nacharbeiten am Flügelrücken bedurft. Diese Verkleinerung des Durchmessers hatte sich, wie offen zugegeben



werden mag, im vorliegenden Fall als ein großer Mißgriff herausgestellt. Die im März 1911 an der Meile bei Neufahrwasser ausgeführten Vergleichsversuche ergaben eine Höchstgeschwindigkeit von nur rund 32 Seemeilen bei etwa 660 Umdrehungen. Es war dies ein Resultat, das zwar relativ genommen noch um etwa ½ Seemeile besser war als bei der Fahrt ohne Gegenpropeller, in absoluter Beziehung jedoch um über einen Knoten hinter den Ergebnissen zurückblieb, die ohne Gegenpropeller



Zustand der Gegenpropeller von „V. 185“ nach der Fahrt vor Heringsdorf.

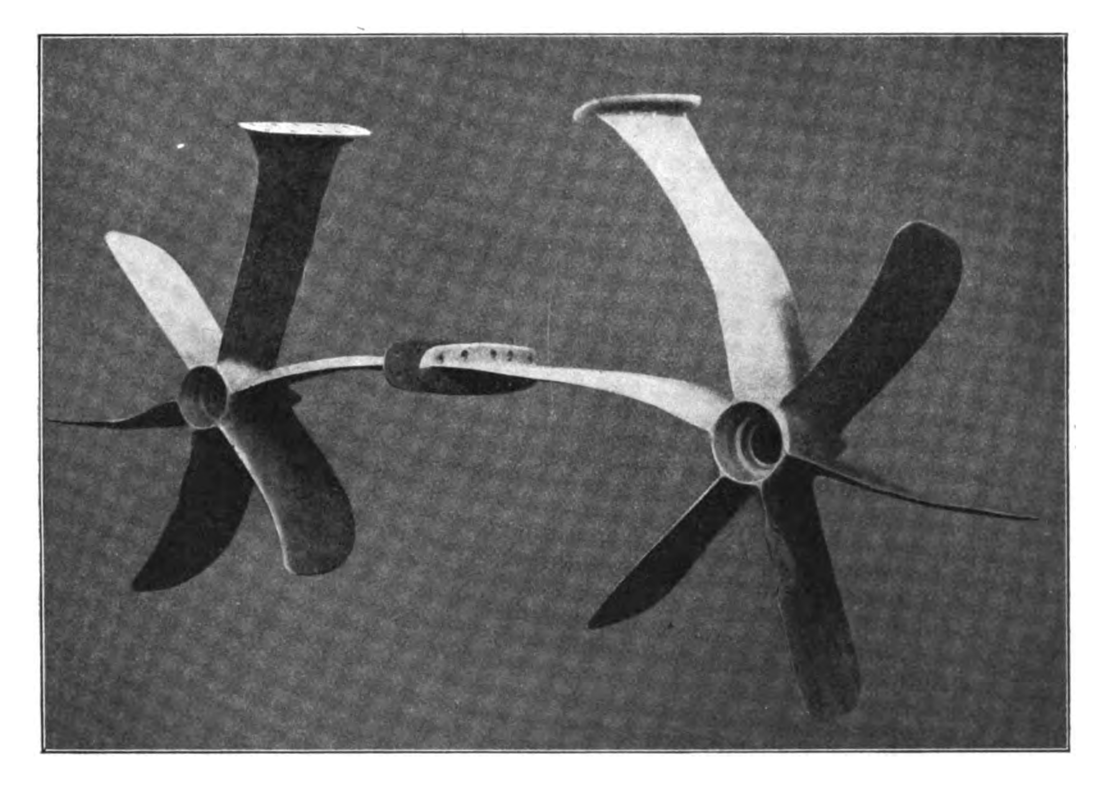


Fig. 22.

mit günstigen Hauptpropellern mit Booten der Serie „V. 180/85“ vor Neufahrwasser erzielt wurden.

Bei der Geschwindigkeit von 28—29 Knoten war analog den Fahrtergebnissen vor Heringsdorf der Gewinn an Geschwindigkeit etwas größer als bei Höchstleistung und zwar etwa ¾ Knoten mehr gegenüber der Fahrt ohne Gegenpropeller.

Es konnten diese Resultate allerdings angesichts der sehr ungünstigen, außen sehr breiten Form der abgestutzten, zu kleinen Hauptpropeller nicht verwundern. Dieselben ergaben übrigens einen etwas hohen Slip von 23,6 % und einen verhältnismäßig sehr kleinen Durchmesserkoeffizienten von nur 1,05, während

normal dieser Koeffizient zwischen 1,1 und 1,2 liegt. Nach Rückkehr nach Stettin und Dockung des Bootes zeigte sich überdies, daß die ausgeflickten Stellen an den Gegenpropellern wieder herausgebrochen oder abgebogen waren und an jedem Gegenpropeller sogar ein Flügel abgebrochen war. Diese verstümmelten Gegenpropeller zeigt Fig. 23, aus welcher erkenntlich ist, daß der Querschnitt für das Ausschweißen schon teilweise abgebohrt war. Ein Bruch war daher leicht erklärlich. Wann dieser Bruch stattgefunden, ob bereits während der Steigerung auf Höchstleistung oder während der Meilenfahrten, ließ sich nicht feststellen, da während der Fahrten sich keinerlei Anzeichen dafür bemerkbar machten. Daß die verstümmelten Gegenpropeller das Resultat weiter verschlechtern mußten, ist selbstverständlich.


Zustand der Gegenpropeller von „V. 185" nach der Fahrt bei Neufahrwasser.

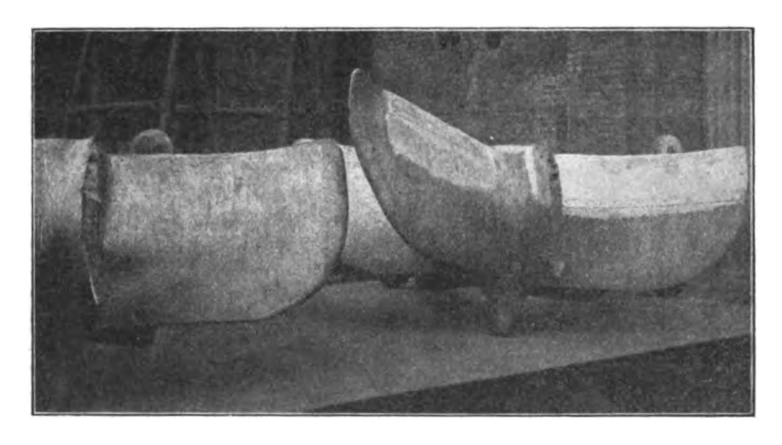


Fig. 23.

Die Resultate vor Neufahrwasser sind daher für die Bewertung des Gegenpropellers völlig belanglos. Ich habe sie jedoch einerseits der völligen Objektivität halber angeführt, andererseits des interessanten Umstandes wegen, daß selbst der Bruch eines Flügels der Gegenpropeller keinerlei sichtbare Havarie weder an dem Boot noch an den Hauptpropellern veranlaßte.

Im Anschluß an die Meilenfahrten vor Heringsdorf wurden mit „V. 185" auch noch Rudermanöver-, Drehkreis- und Rückwärtsfahrten ausgeführt.

Die Maschinenmanöver wurden von Vollkraft vorwärts auf Vollkraft rückwärts und von Vollkraft rückwärts auf Vollkraft vorwärts ohne jegliche Störung bewerkstelligt. Der Stoppweg des Bootes bei Rückwärtsgang der Turbinen erschien eher geringer als ohne Gegenpropeller.

Die Drehkreisfahrten wurden über den B. B.-Bug ausgeführt und ergaben die von dem Begleitdampfer ausgeführten Beobachtungen bei einer Geschwindigkeit von 32,5 Sm mit 635 Umdrehungen einen Drehkreis von **327 m** gegenüber **324 m** bei der Fahrt ohne Gegenpropeller. Die Steuereigenschaften des Bootes hatten sich demnach nicht verändert.

Zusammenfassend kann bezüglich der mit „V. 185" vor Heringsdorf erzielten Geschwindigkeit und Leistungsergebnisse gesagt werden, daß dieselben einen entschiedenen Erfolg darstellen. Derselbe wäre, wie bereits bemerkt, **bei günstigerer Form sowohl der Gegenpropeller** (größere Eintrittswinkel) **als auch** der **Hauptpropeller** (schmälere Flügel, wodurch dieselben auch etwas dünner gemacht werden könnten, daher geringerer Reibungs- und Formwiderstand) **zweifellos noch erheblich größer geworden.** Es muß dies besonders betont werden in Anbetracht des Umstandes, daß für die Konstruktion solch großer Gegenpropeller damals noch keine Erfahrungen vorlagen.

6. Dreischraubenyacht „Pelikan" und übrige Boote.

Die von „Pelikan" vorliegenden Nachrichten sind zwar nur dürftig, es geht indessen soviel daraus hervor, daß „Pelikan" nach Veränderung der Hauptpropeller jetzt über 14 Seemeilen gegenüber 12 ohne Gegenpropeller läuft.

Mit einem auf der Motorbootausstellung 1910 in Berlin ausgestellten Trainingboot wurden 23,5 Kilom. pro Stunde mit einem 17 PS-Motor bei n = 850 erreicht, während mit einem anderen, in den Dimensionen ganz ähnlichen, wenig schwereren Boote mit 22,4 PS 23,6 Knoten pro Stunde erzielt wurden. Es ist also eine Ersparnis an Motorleistung von etwa **20** % erreicht worden.

Ein gleiches bemerkenswertes Resultat wurde mit einem **Hydroplan** erzielt, bei dem durch Einbau des Gegenpropellers zwar keine erhebliche Vermehrung der Geschwindigkeit erzielt wurde, da der vermehrte Schub des Gegenpropellers das Boot wieder vorn zu sehr zum Eintauchen brachte und das Gleiten des Bootes verhinderte. Um die durch den vermehrten Schub veränderte Trimmlage wieder richtigzustellen mußten 500 kg Ballast an Bord genommen werden, so daß die Resultate die folgenden waren:

	ohne Gegenpropeller	mit Gegenpropeller
Deplacement	1990 kg	2490 kg
PS	117	110
Geschwindigkeit	45 Kilom. p. Std.	45,6 Kilom. p. Std.

Resumé bezüglich Geschwindigkeit und Leistung.

Die oben zu a) mitgeteilten Zahlen beweisen in ihrer Gesamtheit, daß die in Abschnitt II noch als theoretisch möglich angegebene Verbesserung des Schraubenwirkungsgrades voll ausgenutzt ist. Die dort erwähnten, mehr oder weniger geschätzten Ziffern sind bei den tatsächlichen Ausführungen nicht nur eingehalten, sondern in einigen Fällen sogar noch übertroffen worden. Dabei ist noch die Tatsache zu berücksichtigen, daß durch den Gegenpropeller die Überführung der schraubenförmigen Bewegung des Wassers in die rein achsiale Richtung nur eingeleitet und nicht ganz durchgeführt wird, weil sonst die Leitschaufeln unzulässige Dimensionen erhalten würden; der den Gegenpropeller verlassende Wasserstrom hat also noch eine geringe tangentiale Bewegung, die mit zunehmender Entfernung vom Propeller abnimmt.

Auf Grund der bisherigen Resultate und theoretischen Überlegungen ist man daher berechtigt festzustellen, daß durch den Gegenpropeller, einigermaßen günstige Ausführung vorausgesetzt,

bei Zwei- und Mehrschraubenschiffen mindestens . . . . 10—15 %

und bei Einschraubenschiffen mindestens etwa . . . . 8—12 %

an Leistung für die gleiche Geschwindigkeit erspart werden können. Die größeren Zahlen beziehen sich hierbei jeweils auf rasch laufende Propeller, die kleineren auf Propeller mit mäßiger Umfangsgeschwindigkeit. Bei Einschraubenschiffen mit mittschiffs sitzendem Ruder ist aus theoretischen Gründen der Gewinn etwas kleiner als bei Doppel- und Mehrschraubenschiffen angesetzt, wenngleich die bisherigen Resultate keine derartigen Unterschiede erkennen lassen.

Im ersteren Falle wird nämlich das Ruder selbst schon die freie Ausbildung des Schraubenstrahls etwas unterbinden bezw. in zwei Wirbelströme von geringerer Intensität auflösen; auf jeder Seite des Ruderblatts kreist dann ein solcher Wirbelstrom. (Siehe auch die diesbezüglichen Veröffentlichungen von Dr. Gebers im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1911, Seite 434.)

Wie man sieht, sind die obigen Zahlen selbst gegenüber den bisherigen Resultaten, die von noch teilweise unvollkommenen Gegenpropellern bezw. Gegenpropelleranordnungen stammen, noch vorsichtig abgegeben. Entsprechend diesem Gewinn kann in den Fällen, wo die Geschwindigkeitserhöhung nicht so ausschlaggebend ist, wie z. B. bei Frachtschiffen, die Maschinen- und Kessel-



anlage natürlich kleiner und leichter werden, wodurch einerseits an Anlagekapital und Kohlen gespart und andererseits an Ladefähigkeit gewonnen wird. Man wird bei dieser Verkleinerung natürlich vorerst nicht so weit gehen, als obigen Zahlen entspricht, sondern die ganze Anlage nur z. B. 5—7 % kleiner annehmen. Aber auch hierbei entsteht natürlich schon ein beträchtlicher Gewinn für den Reeder.

Die mit den oben angegebenen Zahlen verbundene Geschwindigkeitsvermehrung bei gleicher Leistung hängt naturgemäß von der Schiffsform ab und kann direkt aus der Leistungskurve entnommen werden. In dieser Beziehung können die Resultate mit 2 extremen Schiffsklassen, wie „Marga" im Vergleich zu denjenigen mit dem Beiboot, dem „Föttinger-Transformator" und der Barkasse „Vulcan" als Beispiele dienen. Bei Torpedobooten, Kreuzern, Linienschiffen und Schnelldampfern, bei denen gewöhnlich die Leistungskurve am Schlusse etwa mit der dritten Potenz steigt, wird auch die Geschwindigkeitszunahme ungefähr mit der dritten Wurzel der vermehrten Leistung zunehmen, so daß im Falle eines Gewinns an Leistung von 12 % angenähert eine Geschwindigkeitsvermehrung von etwa 4 % eintritt. Bei dem heutigen Drängen nach erhöhter Geschwindigkeit der Kriegsfahrzeuge ist diese Vermehrung von ganz besonderer taktischer Wichtigkeit.

Es könnte noch die Frage aufgeworfen werden, ob die Brennstoffersparnis auch wirklich der Leistungsersparnis adäquat sei. Es ist dies selbstverständlich der Fall, sobald auch die Leistung der Hilfsmaschinen der verringerten Hauptmaschinenleistung angepaßt wird und bei einer eventuell eintretenden Tourenreduktion durch den Gegenpropeller der Wirkungsgrad der Hauptmaschine nicht sinkt. Bei vorhandenen Anlagen werden natürlich im allgemeinen die Hilfsmaschinen mit dem gleichen Dampf- oder Brennstoffverbrauch weiter laufen, so daß entsprechend dem Anteil der Hilfsmaschinen auch die Gesamtersparnis an Brennstoff etwas geringer ist, als der Ersparnis an dem Hauptmaschinenbetrieb entspricht.

Bei Turbinenschiffen wird man, wie bereits erwähnt, die Hauptpropeller etwas ändern müssen, um einen Tourenabfall zu verhindern.

Um die Frage jedoch auch in Wirklichkeit zu prüfen, wurden im Anschluß an die Vergleichsfahrten des „Föttinger-Transformator" mit diesem Schiff auch vergleichende Kohlenmeßfahrten mit etwa 12 Knoten Geschwindigkeit angestellt. Da hier der Dampfverbrauch der Hilfsmaschinen etwa 25 — 30 % desjenigen der Hauptturbine beträgt, war die tatsächliche Kohlenersparnis nur etwa 7—8 % gegenüber einer Leistungsersparnis von etwa 12 %.



Bei größeren Anlagen werden sich diese Zahlen selbstverständlich mehr einander nähern; ferner wird bei Verbrennungsmotoren die Brennstoffersparnis direkt der Leistungsersparnis gleich sein.

Was die Brennstoffersparnis in wirtschaftlicher Hinsicht bedeutet, möge weiter unten an einigen Zahlen illustriert sein.

b) Vibrationen.

Wie leicht einzusehen ist, muß der Gegenpropeller außer dem Vorteil einer Leistungsersparnis bezw. eines Geschwindigkeitsgewinns auch eine Verminderung der Vibrationen mit sich bringen. Durch die Flügel des Gegenpropellers wird der Schraubenstrom unterteilt und diszipliniert; dadurch werden die von den einzelnen Flügeln des Hauptpropellers ausgehenden Schübe von verschiedener Intensität etwas ausgeglichen und die auf das Schiff übertragenen Schwingungsimpulse gemildert. Außerdem wird durch die Flügel des Gegenpropellers der Schraubenstrom mehr zusammengehalten und eine direkte Übertragung der von den Flügeln des Hauptpropellers ausgehenden Wasserschläge verhindert. Ohne Gegenpropeller ist eben die Wirkung, um ein vulgäres Beispiel zu gebrauchen, wie bei einem ganz geöffneten Wasserhahn, bei dem das Wasser nach allen Richtungen auseinandersprüht, während mit Gegenpropeller die Wirkung eines Wasserhahnes mit der bekannten aufgeschraubten Mündung vergleichbar ist, bei der ein glatter zylindrischer Wasserstrahl herausfährt.

In der Tat wurde bei allen bisherigen Versuchen mit Gegenpropellern, mit alleiniger Ausnahme auf dem Dampfbeiboot eine merkliche Abnahme der Vibrationen festgestellt.

Bei dem Torpedoboot „V. 185" wurden bei den Fahrten vor Heringsdorf die Vibrationen pallographisch festgestellt. Ein derartiges Pallogramm für die Höchstgeschwindigkeit ist in Fig. 24 etwa $^2/_3$ verkleinert wiedergegeben. Demnach ist die Amplitude der Ausschläge erheblich geringer, als bei der Fahrt ohne Gegenpropeller (Fig. 25), die Frequenz erschien dagegen größer, wohl infolge der Unterteilung des Schraubenstrahls durch die 6 Flügel des Gegenpropellers

Auch bei Marschgeschwindigkeit waren die Vibrationen wesentlich geringer als bei der Fahrt ohne Gegenpropeller. Eine weitere Verminderung der Vibrationen beim Torpedoboot würde fraglos bei günstigeren Winkelverhältnissen der Gegenpropellerschaufeln bezw. bei stoßfreiem Eintritt aufgetreten sein. Denn die Ausfressungen an den eintretenden Kanten nach der Fahrt bei Heringsdorf deuten auf



starke mahlende Wirkungen des mit großer Intensität auftreffenden Schraubenstrahls hin (auf $^2/_3$ R mit etwa 12—13 Atm.).

Bei dem Dampfbeiboot wurden nach Anbringung des Gegenpropellers unerwarteterweise die Vibrationen eher etwas stärker als vorher. Diese Er-

Torpedoboot „V. 185." Pallogramm bei n = 646,5 p. Min. mit Gegenpropeller.

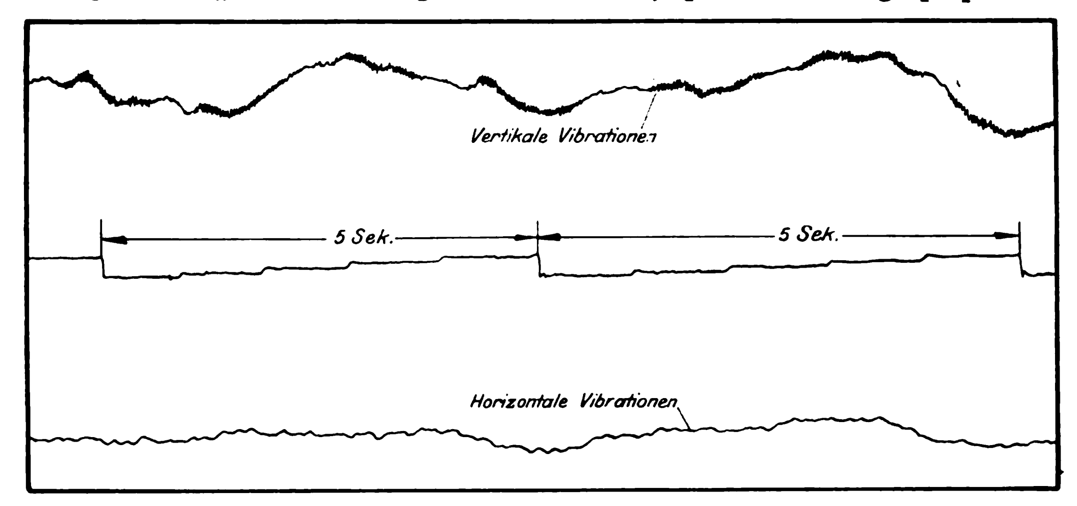


Fig. 24.

Torpedoboot „V. 185." Pallogramm bei n = 680 p. Min. ohne Gegenpropeller.

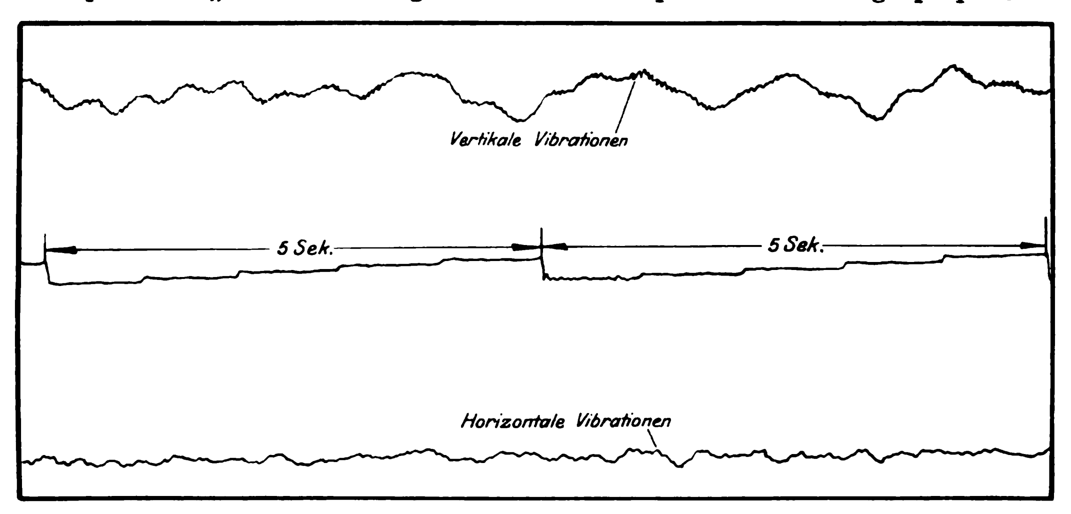


Fig. 25.

scheinungen müssen indessen auf das sehr ungünstige Versuchsobjekt zurückgeführt werden. Nach Beobachtungen wurde durch die vergrößerte Austrittsgeschwindigkeit des Wassers aus dem Gegenpropeller ein starker Unterdruck in den oberen Wasserschichten am Heck hervorgerufen. Es entstand ein abnorm

großer, stark wirbelnder Vorstrom nach vorn und unten, welcher naturgemäß viel Luft in die Propelleranlage führte. Auch trug die veränderte Trimmlage wohl dazu bei, daß die Vibrationen eher stärker waren als vorher (siehe noch weiter unten).

Bei der Barkasse „Vulcan" waren die Verhältnisse ähnlich, wenn auch nicht so ungünstig wie beim A-Boot, so daß die Vibrationen ziemlich unverändert blieben.

Bei Neuanlagen wäre diesen veränderten Strömungsverhältnissen durch geeignete Anordnung des Gegenpropellers und Form des Hinterschiffs über demselben selbstverständlich Rechnung zu tragen.

Bei „Marga" war wiederum die Abnahme der Vibrationen eine augenfällige.

c) Umdrehungen, Slip.

Die bisherigen Versuche haben durchweg ergeben, daß die gleiche Schiffsgeschwindigkeit mit einer geringeren Umdrehungszahl und daher kleinerem Slip erreicht wurde. Wie wir gesehen haben, erhöht der Gegenpropeller bei gleicher Maschinenleistung die Wasserbeschleunigung in achsialer Richtung und der Schraubenschub steigt dementsprechend. Da andererseits unter normalen Arbeitsverhältnissen der Wirkungsgrad des Hauptpropellers mit fallendem Slip ansteigt, so erklärt sich der bessere Wirkungsgrad des ganzen Treibapparats aus der Zunahme an Schubkraft und der Verminderung innerer Verluste im Hauptpropeller bei gleicher Maschinenleistung.

Wie bereits ebenfalls erwähnt, ergaben die Versuche, daß bei Anwendung des Gegenpropellers der spezifische Flächendruck um etwa 15 % höher ist als gewöhnlich, weil die ganzen Flügelflächen des Hauptpropellers gleichmäßiger belastet werden als ohne Gegenpropeller. Diese gleichmäßigere Belastung war bei dem Torpedoboot „V. 185" (nachdem die Flügel der Hauptpropeller vor der Fahrt im Dock mit Bleistiftstrichen versehen waren) deutlich zu erkennen. Es ergibt sich dadurch einerseits eine geringere Abwaschung bei den Hauptpropellerflügeln an den eintretenden Partien der Druckseite (was besonders bei Turbinen-Torpedobooten beobachtet worden ist), andererseits resultiert eine günstigere Beanspruchung des Querschnitts an der Wurzel, indem das durch die ungleiche Druckverteilung hervorgerufene sehr erhebliche Torsionsmoment zum Teil verschwindet.

Der durch den vermehrten Schub bedingte Tourenabfall ist im allgemeinen bei Kolbenmaschinenantrieb belanglos. In gewissen Fällen bedarf es hierbei keiner Änderung des Hauptpropellers, da durch Vergrößerung der Füllung die Maschinen- und Kesselleistung leicht wieder voll ausgenutzt werden kann.

Bei Turbinenantrieb müßte, wie bereits erwähnt, zur Ausnutzung der Maschinenleistung zweckmäßig eine Veränderung des Hauptpropellers durch Ver-



kleinerung der Flügelfläche, und zwar vorteilhafterweise durch Verschmälern der Flügel Platz greifen. Man erhält dadurch normalere, günstigere Flügelblattformen, so daß auch der Hauptpropeller an sich schon günstiger wie früher wird.

Um ein Bild über die Größe der Zugvermehrung und des Tourenabfalls bei am Ort rotierender Schraube zu gewinnen, wurde eine kleine Versuchseinrichtung getroffen, die in Fig. 26 wiedergegeben ist. Der benutzte Modellpropeller von

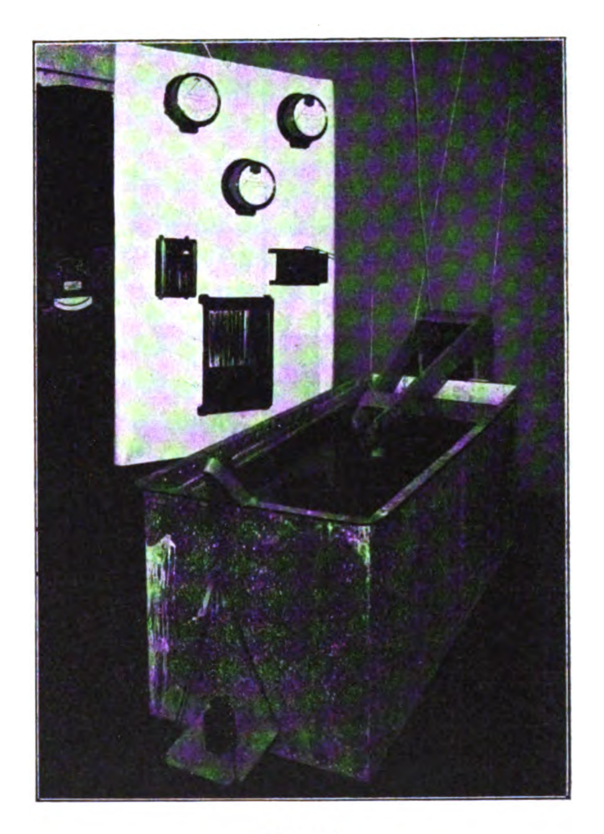


Fig. 26.

etwa 100 mm Durchmesser wurde von einem Elektromotor angetrieben, der auf einer an langen Drähten an der Decke aufgehangenen Schaukel montiert war. Von oben erfolgte auch die Zuleitung des Stromes. Die Schaukel schwebte hart über einem Wasserbassin; mittels einer ca. $^3/_4$ m langen schräg nach unten laufenden Welle, die an einem mit der Schaukel verbundenen Arm am Propeller nochmals gelagert war, ragte der Propeller ins Wasser. Der entstehende Zug wurde durch eine Wagschale mit Gewichtsbelastung aufgenommen, die mittels eines über eine Rolle laufenden dünnen Klaviersaitendrahtes am vorderen Ende

der Schaukel angriff. Durch Zulegen von Gewichten wurde stets erreicht, daß die ganze Schaukel nur innerhalb der Gleichgewichtslage spielte.

Die Resultate waren die folgenden:

	Ankerstrom			Zug in kg			Umdrehungen		
	Volt	Amp.	Watt	beob.	reduz. auf Watt ohne Gegen-prop.	Gewinn in %	beob.	reduz. auf Watt ohne Gegen-prop.	Abfall in %
ohne Gegenpropeller . .	75	0,7	52,5	1,25	1,25		1030	1030	
mit " . .	80	0,7	56,0	1,45	1,36	8,8	1060	990	3,9
ohne " . .	105	1,0	105	2,0	2,0		1390	1390	
mit " . .	105	1,0	105	2,3	2,3	15,0	1360	1360	2,2
ohne " . .	116	1,25	145	2,7	2,7		1560	1560	
mit " . .	112	1,25	140	3,0	3,11	15,2	1460	1510	3,2
ohne " . .	105	1,4	147	2,8	2,8		1640	1640	
mit " . .	97	1,4	136	2,9	3,14	13,0	1470	1590	3,1
ohne " . .	120	1,9	226	3,7	3,7		1730	1730	
mit " . .	123	1,9	233	4,1	4,0	8,3	1680	1640	5,2
				Mittel		**12,1**	.	.	**3,5**

Die erreichten Zahlenwerte bezüglich Zugkraftvermehrung bilden wiederum eine gewisse Bestätigung der aus den bisherigen Versuchen mit Schiffen ermittelten Resultate. Nimmt man z. B. für irgend ein Schiff quadratisches Gesetz für den Widerstand an, so würden die 12 % mittlere Zugkraftvermehrung eine Leistungsersparnis von etwa **18** % bedeuten. Der Tourenabfall ist hier 3,5 %, bei „V. 185" war er 4,9 %.

d) Steuerfähigkeit.

Auf den eingangs genannten Fahrzeugen hat sich die Manövrierfähigkeit als vollständig ausreichend für die Bedürfnisse des jeweiligen Betriebes erwiesen.

Bei „V. 185" ist der Drehkreis, wie bereits oben erwähnt, fast genau derselbe geblieben. Bei Einschraubenschiffen, wie z. B. beim Dampfbeiboot, ist der Drehkreis größer und die Steuerfähigkeit nur deshalb schlechter geworden, weil die Größe und Anordnung der Ruderfläche den durch die Gegenpropellerwirkung veränderten Strömungsverhältnissen nicht angepaßt worden war.



Der durch den Gegenpropeller veränderte Wasserstrom besitzt eine Achsialgeschwindigkeit, die bei gleichbleibender Schiffsgeschwindigkeit wesentlich größer ist als die theoretische Schraubengeschwindigkeit $\frac{H \cdot n}{60}$. Daher wird der im Schraubenstrom liegende Teil des Ruders mit wesentlich größerer Energie getroffen, als ohne Gegenpropeller. Die Folge davon ist, daß der Schwerpunkt des Ruderdrucks bei dem an Bord gelegten Ruder nicht so weit aus der Mittschiffsebene herauswandert, als bei gewöhnlichem Schraubenantrieb, so daß auch die Ruderarbeit geringer wird. Dem wirkt entgegen, daß die Flügel des Gegenpropellers die Lateralplanfläche des Schiffes vergrößern, was besonders bei kleinen Fahrzeugen mit verhältnismäßig großer Schraube von stärkerem Einfluß auf die Manövrierfähigkeit ist.

Diese beiden Einflüsse mögen sich bei „V. 185" gerade kompensiert haben, so daß der Drehkreis annähernd derselbe blieb.

Wenn dagegen bei Vorwärtsfahrt das Ruder infolge seiner Blattform bei der Bordlage von einem zu geringen Teile des Propellerstromes getroffen wird, so wirkt der größere Teil des durch den Gegenpropeller mit starker achsialer Strömungstendenz ausgestatteten Propellerstromes in Richtung der Schiffslängsebene weiter und erschwert infolgedessen die Einlenkung in die gekrümmte Bahn des Drehkreises.

Auch bei Rückwärtsfahrt wirkt eine solche, den neuen Strömungsverhältnissen nicht angepaßte Ruderblattform durch Behinderung des Wasserzuflusses ungünstig auf die Manövrierfähigkeit ein. Infolge der Anwesenheit des Gegenpropellers hat bei Rückwärtsfahrt das Wasser das Bestreben, achsial in den Hauptpropeller zu treten. Es wird nun an den vom Ruderblatt nicht beeinflußten Stellen der Propellerkreisfläche stärker angesogen als an den anderen und versucht, dadurch unter Umständen dem Schiffe eine andere Bewegungsrichtung zu geben, als der Ruderlage entspricht.

Naturgemäß muß die Steuereinrichtung dem durch die Gegenpropellerwirkung mit anderen Eigenschaften ausgestatteten Propellerstrome angepaßt werden.

Prinzipiell ist also das Ruder bei Einschraubenschiffen

1. möglichst als Balanceruder mit möglichst rechteckigem Blatt zu bauen und so tief zu legen, daß die Unterkante des Ruderblattes mindestens den tiefsten Punkt der Schraubenkreisfläche erreicht, damit beim Steuern



ein möglichst großer Teil des Schraubenstromes aus der Schiffslängsebene abgelenkt und zur Unterstützung der Ruderwirkung herangezogen wird;

2. etwas größer als gewöhnlich zu machen wegen der durch die Gegenpropellerflügel vergrößerten Lateralplanfläche des Schiffes.

Diese Gesichtspunkte haben bei dem Dampfbeiboot A der Kaiserl. Marine aus praktischen Gründen entsprechende Berücksichtigung nicht gefunden. Die ganze Versuchsanlage arbeitete im Gegenteile unter den denkbar ungünstigsten Verhältnissen, so daß die beobachtete unzulängliche Manövrierfähigkeit wohl zu erklären ist.

Anknüpfend an den Vortrag des Herrn Direktor Walter vom Norddeutschen Lloyd sei an dieser Stelle auch kurz die Frage betreffs günstigster Drehrichtung der Schrauben beim Vorwärtsgang für gute Steuerfähigkeit von Doppelschraubendampfern bei stilliegendem Schiff berührt. Bei Anwendung von Gegenpropellern wird, wie leicht einzusehen, auch diese Frage zur Zufriedenheit gelöst. Die Drehrichtung der Schrauben beim Vorwärtsgang ist in diesem Falle, soweit es sich nur um die Steuerfähigkeit handelt, ganz gleichgültig, da ein Andrängen eines Wasserberges gegen den Schiffskörper bei der nach innen schlagenden, bezw. das Entstehen eines Tales bei der nach außen schlagenden Schraube nicht mehr stattfinden kann. Man ist daher bei Verwendung von Gegenpropellern in der Lage, von den betriebstechnischen Vorteilen von beim Vorwärtsgang nach innen schlagenden Schrauben Gebrauch zu machen.

e) Trimmänderung und Stabilisierung.

Als eine in den meisten Fällen nicht unangenehme Nebenwirkung hat sich bei allen bisher mit Gegenpropellern ausgerüsteten Fahrzeugen gezeigt, daß der Trimm des Schiffes in Fahrt wesentlich geringer ist und das Hinterende desselben bei weitem nicht so stark hinabgesogen wird als ohne Gegenpropeller. Als Mittel der verschiedenen Beobachtungen ergab sich, dass die Eintauchung des Hinterschiffes mit Gegenpropeller nur etwa $^2/_3$ so groß ist, als ohne denselben. Bei „V. 185" z. B. war der Trimm bei voller Fahrt mit Gegenpropeller pro m Länge nur **25** mm, während er ohne Gegenpropeller **35** mm betrug. Das Fahrzeug kommt dadurch in eine bessere Lage und meist auch günstigere Schiffslinien.

Hervorgerufen wird diese Erscheinung teils durch den größeren Schraubenschub, der meistens ein das Schiff um die horizontale Drehachse vorn nach unten drehendes Moment erzeugt. Zum größten Teil aber wird die Vertrimmung veranlaßt



durch die der Wellenachse folgend, hinten schräg nach unten zu gerichteten Schaufeln des Gegenpropellers, die infolgedessen wie nach oben wirkende Höhensteuer wirken.

Besonders die horizontal nach außen stehenden Flügel des Gegenpropellers erfahren hierdurch eine nicht unwesentliche Biegungsbeanspruchung. Um z. B. bei „V. 185" den veränderten geringeren Trimm zu erzielen, ist annähernd ein Moment von etwa **27 mt** notwendig. Es wird dadurch leicht erklärlich, warum der am meisten schräg nach unten stehende horizontale Flügel des B.B.-Gegenpropellers bei Neufahrwasser abgebrochen ist, nachdem er bereits für das Ausschweißen fast um ein Drittel abgebohrt und daher stark geschwächt war.

Die beim Dampfbeiboot beobachteten etwas größeren Erschütterungen nach Einbau des Gegenpropellers dürften ebenfalls durch den verminderten Trimm begünstigt worden sein. Durch den geringeren Trimm nahm die Wasserhöhe über dem Propeller ab, so daß jene bereits oben geschilderten Wirkungen des Vorstromes und bekanntlich mit starken Wasserschlägen verbundenen Lufteinsaugens in den Propeller sich leichter abspielen konnten als bei tiefer liegendem Heck.

Eine weitere bemerkenswerte Wirkung der Flügel des Gegenpropellers besteht darin, daß sie wie Stabilisierungsflossen in der Höhenrichtung dienen. Wie die Beobachtungen mit einem Rennboot bei Monaco zeigten, nimmt daher das Fahrzeug im Seegang eine viel ruhigere stabile Lage ein und das Stampfen wird wesentlich geringer. Insbesondere für Torpedoboote ist dieser Umstand von nicht zu unterschätzender Bedeutung sowohl für das Personal als für die Bedienung der Lancierrohre und Geschütze.

f) Verhalten des Gegenpropellers gegen treibende Fremdkörper.

Häufig werden Bedenken geäußert, daß schwimmende Gegenstände, Holzstücke, Eis, Taue und dergl. zwischen die Flügel des Haupt- und Gegenpropellers geraten und dann eine Havarie verursachen könnten. Auf den ersten Blick scheint ja wohl auch die Möglichkeit einer Schraubenhavarie durch den Gegenpropeller vermehrt. Ganz allgemein betrachtet, dürften diese Bedenken jedoch nicht in dem Maße zutreffen.

Bekanntlich tritt das Wasser ziemlich achsial in den Propeller ein und erfährt in demselben eine bedeutende tangentiale Beschleunigung. Der in die Schraube geratende treibende Gegenstand wird daher dieselbe eher in tangentialer, als in achsialer Richtung zu verlassen bestrebt sein.

Nun bietet aber bei Einschraubenschiffen der sich der Propellerform meist



eng anschließende Schraubensteven und bei Zweischraubenschiffen der vor dem Propeller liegende Wellenbock mindestens die gleiche Gefahr für den Propeller wie der Gegenpropeller, da jene Einrichtungen das tangentiale Verlassen eines in die Schraube geratenen Gegenstandes unter Umständen stark behindern. Trotzdem hat man im allgemeinen nicht viel von derartigen Vorkommnissen gehört.

Bezüglich der beim Gegenpropeller bestehenden geringeren Spaltweite gegenüber den Entfernungen zwischen Propeller und Steven oder Wellenbock in den oben angezogenen Fällen kann man aber nach den Erfahrungen mit Wasserturbinen und Kreiselpumpen der Ansicht sein, daß die geringere Spaltweite das Eindringen oder Festsetzen eines Gegenstandes eher verhindert als fördert.

Ob die Gefahr beim Gegenpropeller in Wirklichkeit vermehrt ist, dürfte übrigens durch die bisherigen praktischen Erfahrungen besser bewiesen werden.

Bei „Marga“ wurden ausschließlich zu dem Zwecke Versuche angestellt, ob etwas zwischen Haupt- und Gegenpropeller gerät. Es wurden in die Fahrt des Schiffes eine Menge Holzstücke und Tauenden geworfen; kein einziger Gegenstand kam indessen in den Propeller, alles wurde durch die Bugwelle fortgeführt. Von der letzteren Tatsache kann man sich übrigens an jedem Dampfer überzeugen, wenn man an mehreren Stellen des Schiffes leichte Gegenstände ins Wasser wirft.

Bis jetzt ist bei 14 (in einzelnen Fällen seit zwei Jahren) im Betriebe befindlichen Gegenpropelleranlagen eine Havarie durch treibende Gegenstände nicht beobachtet worden, man darf daher annehmen, daß solche Havarien nicht zu den bestimmt zu erwartenden zu zählen sind.

Übrigens dürfte auch gerade die offene Bauart des Gegenpropellers ein Festsetzen von Gegenständen, Tang und dergl. verhindern.

Nachstehend einige Betriebsergebnisse.

„Föttinger-Transformator“ hat während der Dauer von 3/4 Jahren bei der Vulcanwerft in Stettin als Werftdampfer Dienste getan und ist wiederholt durch dünneres und dickeres Treibeis gefahren. Bei einer kürzlichen Dockung fand man den Haupt- und Gegenpropeller vollkommen unversehrt.

„Pelikan“ machte im Sommer 1910 ohne geprüften Schiffsführer eine etwa 3 Monate lange Reise von Danzig binnendurch nach Memel, von dort an den Ostseeküsten von Rußland, Finnland und Schweden entlang nach Kopenhagen und Kiel. Indirekt beschädigt worden ist nur der St.B.-Gegenpropeller gelegentlich einer Grundberührung mit voller Fahrt (14 Kn.) in der Nähe von Kopenhagen. Hierbei wurde die St.B.-Schrauben-Schutzhacke fortgerissen, wobei der an dieser Hacke befestigte untere Gegenpropellerflügel zum Teil abbrach.



„Grille" ist auf der Elbe bei Magdeburg seit April dieses Jahres bei niedrigem Wasserstande in Dienst.

„Mucki" und „Marga IV" haben an den deutschen Motorbootregatten dieses Jahres mit Erfolg teilgenommen.

Auch beim Torpedoboot „V. 185" ist nach der Dockung keinerlei Anzeichen eines etwa dazwischen geratenen Gegenstandes zu erkennen gewesen.

Aus allem kann gefolgert werden, daß die Gefahr nicht so groß ist, wie man etwa annehmen könnte.

Aber selbst im schlimmsten Falle eines Bruches eines Gegenpropellerflügels ist bei „V. 185" nichts passiert, wie der Vorfall vor Neufahrwasser bewies, wobei auf jeder Schiffsseite infolge zu hoher Beanspruchung ein Gegenpropellerflügel abbrach.

Jedenfalls wäre es eine **wirtschaftlich nicht richtige Spekulation, wollte man mit Rücksicht auf diese mehr oder weniger imaginäre Gefahr die großen Vorteile unausgenützt lassen, welche der Gegenpropeller zu bieten vermag.** Eine taktische Verschlechterung von Kriegsfahrzeugen hinsichtlich der fraglichen Gefahr findet jedenfalls nicht statt.

g) Verhalten des Gegenpropellers gegen Anfressungen.

Anfressungen und Verbiegungen der Flügel, wie sie bei den Gegenpropellern von „V. 185" beobachtet worden sind, wurden bisher auf keinem der anderen mit Gegenpropellern ausgerüsteten Fahrzeuge konstatiert.

Die Gegenpropeller von „V. 185" zeigten nach der Progressivfahrt bei Heringsdorf an den eintretenden Kanten einiger Nebenflügel kleinere und größere Materialauswaschungen bezw. Anfressungen. So war an dem nach unten stehenden Nebenflügel des B.B.-Gegenpropellers direkt ein Stück von etwa 30 cm radialer Länge und etwa 2—5 cm achsialer Breite weggefressen (siehe Fig. 22). Ferner zeigten die Nebenflügel, und zwar besonders die nach unten stehenden, geringe Verbiegungen der eintretenden Kante im Drehsinn des Propellers.

Die Ursachen dieser Schäden sind, wie bereits teilweise erwähnt, auf folgende Gründe zurückzuführen:

1. Die Krümmung der eintretenden Kanten der Gegenpropeller war etwas zu klein gewählt. Der Eintritt des Wassers erfolgte daher mit starkem Stoß, so daß mahlende Wirkungen auftraten. Nach neueren Erfahrungen kann die Krümmung ohne Nachteil für die Rückwärtsfahrt größer ge-



macht werden, denn es war in der Tat bei „V. 185“ eine Verschlechterung der Rückwärtsfahrt nicht zu konstatieren.

2. Die eintretenden Kanten waren außerdem zu sehr ausgeschärft worden, anstatt sie etwas abzurunden und dadurch fester zu machen. Nach neueren Anschauungen ist eine Abrundung der eintretenden Kante für den Formwiderstand sogar günstiger als eine ganz scharfe Form (z. B. gibt man Wellenbockarmen lanzettförmigen Querschnitt mit dem stumpfen Ende voraus).
3. Auch die Art der Herstellung hat zweifellos einen gewissen Einfluß auf die Festigkeit bezw. Widerstand des Materials gegen Anfressungen und Auswaschungen. Bei „V. 185“ waren die Gegenpropeller, statt mit den eintretenden Kanten nach unten, nach oben gegossen worden, so daß das weniger dichte Material an die am meisten gefährdeten Stellen kam. In der Tat war auch hauptsächlich das Zink ausgewaschen.

Nun muß bemerkt werden, daß ein Turbinentorpedoboot mit den hohen Propellerumfangsgeschwindigkeiten den denkbar ungünstigsten Fall für die Inanspruchnahme der Gegenpropellerschaufeln darstellt; sind doch auch bei den Hauptpropellern solcher Boote wiederholt ähnliche Erscheinungen, wenn auch nicht in dem Maße, an den eintretenden Flächenpartien und den Flügelwurzeln beobachtet worden. Immerhin wird es zweifellos gelingen unter Berücksichtigung der obigen Erfahrungen, auch unter diesen schwierigen Umständen einen haltbaren Gegenpropeller zu schaffen. Ebenso ist mit Sicherheit anzunehmen, daß die Materialfrage bei der Herstellung eine ebenso günstige Erledigung finden wird, wie überall in der Maschinen- und Bautechnik.

Als bemerkenswerter Umstand war bei „V. 185“ noch zu verzeichnen, daß die Hauptpropeller nach der Fahrt mit Gegenpropellern bei Heringsdorf weniger angegriffen waren, als dies sonst beobachtet wurde. Es ist dies wohl auf die bessere Druckverteilung zurückzuführen.

Alle derartige zerstörenden Einflüsse nehmen aber zweifellos mit dem Quadrat der Wassergeschwindigkeit bezw. der Umfangsgeschwindigkeit ab. Für Propeller mit mäßiger Umfangsgeschwindigkeit, wie z. B. bei Kolbenmaschinenantrieb, kommen somit die obigen Erscheinungen überhaupt nicht in Frage. Es war daher auch bei allen übrigen Schiffen, selbst beim „Föttinger-Transformator“ mit 34 m Umfangsgeschwindigkeit nach $^3/_4$ jähriger Betriebszeit keine Spur von einer Anfressung zu entdecken.

IV. Ausführung und Anbringung des Gegenpropellers.

Der Gegenpropeller besteht, wie bereits aus den weiter oben wiedergegebenen Photographien ersichtlich, aus einer Nabe mit daran aus einem Stück angegossenen gekrümmten Schaufeln. Bei ganz großen Ausführungen können auch die Schaufeln einzeln angesetzt sein. Die Schaufelzahl kann zweckmäßig 5 bis 8 betragen, bei weniger als 5 Schaufeln ist die Fassung des Schraubenstrahls nur mehr unvollständig, die Konstruktion allerdings einfacher; eine größere Anzahl als 8 läßt sich auf der Nabe nicht mehr gut unterbringen, sonst wird dieselbe zu dick. Bei geringerer Schaufelzahl, wie z. B. 5, ist die Breite der Flügel im Interesse einer guten Wasserführung etwas größer zu wählen als bei 7 oder 8 Schaufeln.

Die Befestigung des Gegenpropellers geschieht im allgemeinen derart, daß einzelne der Schaufeln an die Außenhaut, den Steven oder Ruderhacke herangeführt werden. Eine gleichzeitige Führung auf einem auf die Welle aufgeschraubten Fortsatz ist nicht unvorteilhaft.

Bei Neuausführungen können zwei der Schaufeln zugleich als Wellenbockarme*) dienen, so daß sich ein separater Wellenbock erübrigt; diese Schaufeln sind natürlich etwas stärker als die übrigen Schaufeln auszuführen. Die Nabe des Gegenpropellers kann in diesem Falle zugleich das hintere Lager für die Welle bilden; es ergibt sich hierbei ein sehr ruhiges Laufen des Propellers ohne Schleudern.

Ein Abziehen des Propellers kann derart erfolgen, daß entweder der Gegenpropeller abgenommen oder die Welle etwas nach innen gezogen wird und man den Propeller dazwischen durchfallen läßt.

Der Gegenpropeller wird am besten aus Bronze hergestellt, bei großen Ausführungen für Frachtdampfer kann zwecks Verbilligung auch Stahlguß oder Gußeisen verwendet oder der Gegenpropeller aus einer Stahlgußnabe mit Fortsätzen und angesetzten Blechschaufeln ausgeführt werden.

Die bisherigen Ausführungen sowie die bereits projektierten Neukonstruktionen für Ein- und Zweischraubenschiffe haben gezeigt, daß der Gegenpropeller an jedem bereits vorhandenen Schiff von beliebiger Größe angebracht werden kann, sofern nicht gar zu abnorme Verhältnisse vorliegen. Es sind dabei keinerlei Umänderungen am Hinterschiff oder der Wellenleitung, im allgemeinen auch nicht am Propeller, notwendig. Die zum Anbringen des Gegenpropellers und der notwendigen Paßplatten unter dessen Füßen erforderliche Liegezeit des Schiffes wird dadurch auf wenige Tage beschränkt. (Das Anbringen kann unter

*) Auf diese Ausführungsart hat die Firma M. H. Bauer, Berlin, Schutzrechte erworben.

Umständen mit der meist jährlichen Überholung des Schiffes verbunden werden, so daß in diesem Falle auch die Dockkosten gespart werden.)

Gerade diese Gesichtspunkte bilden ein wesentliches wirtschaftliches Moment zugunsten des Gegenpropellers gegenüber anderen Verbesserungen (wie z. B. Einbau einer Überhitzungsanlage oder einer ökonomischeren Kraftmaschine), wobei meist das Schiff auf eine längere Zeit, mitunter auf Monate festgelegt ist. In diesem Falle wird aber von vornherein ein erheblicher Teil des

Gegenpropeller für das Dampfbeiboot.

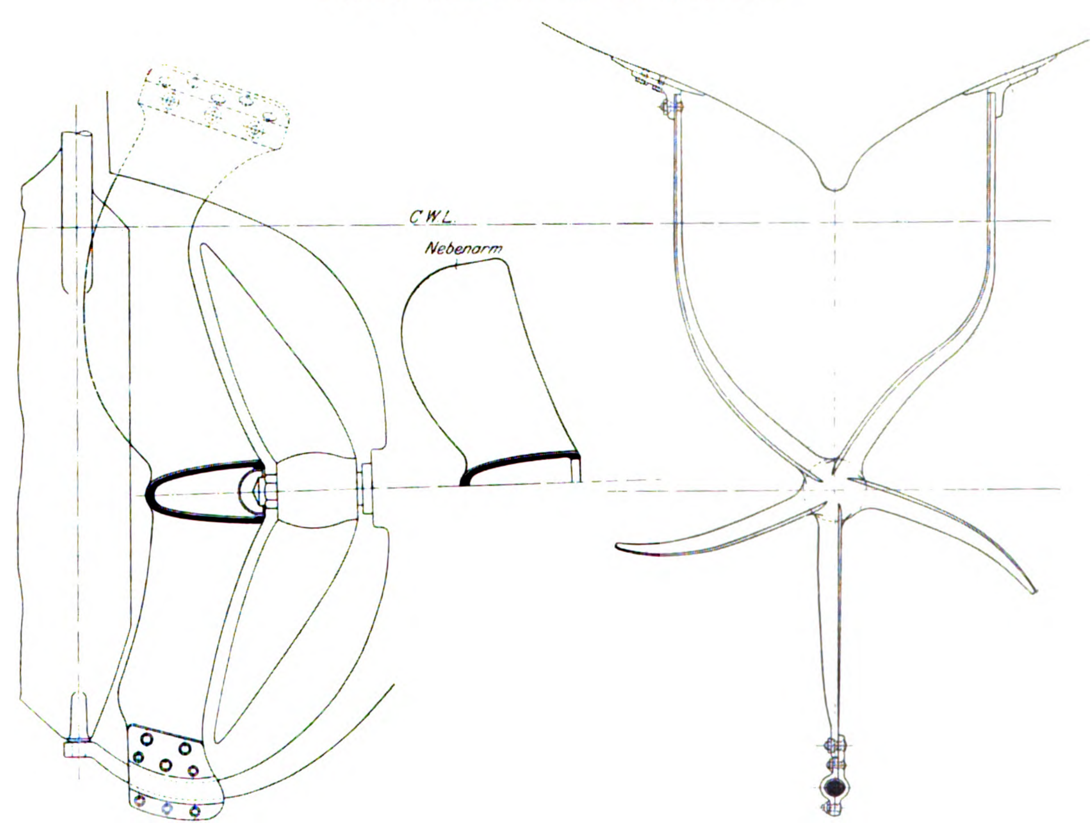


Fig. 27—29.

erzielbaren Gewinnes durch verlorene Fracht, Amortisierung des Schiffes usw. wieder aufgezehrt.

Nachstehend einige Ausführungsbeispiele. Fig. 27 — 29 zeigt den fünfflügeligen Gegenpropeller für das Dampfbeiboot. Der Gegenpropeller ist mit zwei Armen am Schiff befestigt und umgreift mittels einer Schelle die Ruderhacke.

Fig. 30 bis 32 zeigt den für ein kleineres Frachtschiff von etwa 500 PS projektierten Gegenpropeller. Derselbe ist hier zweiteilig und mittels Schellen

am Steven befestigt, außerdem noch an der Schiffshaut. Ein Anbohren und damit verbundene Schwächung des Stevens ist auf diese Weise vermieden. Übrigens bilden die am Schiffskörper befestigten oberen Arme des Gegenpropellers zugleich eine wirksame Versteifung des Ruderstevens.

In Fig. 33 und 34 ist der Gegenpropeller dargestellt, der für den „Schnelldampfer „Deutschland“ (jetzt „Viktoria Luise“) der Hamburg-Amerika-Linie projektiert war. Durch den inzwischen stattgefundenen Umbau dieses

Gegenpropeller für ein kleines Frachtschiff.

Fig. 30—32.

Dampfers und Veränderung der Maschinenanlage ist die Frage der Ausführung leider verschoben worden.

Die Gegenpropeller sind hier zusammengesetzt angenommen, wobei die Hauptarme mit Nabe aus Stahlguß, die angesetzten Nebenflügel aus Bronze bestehen sollen. Fig. 35 und 36 zeigen die Einzelheiten der Nabe dieser Gegenpropeller in etwas größerem Maßstabe.

Die Konstruktion der Gegenpropeller für das Torpedoboot „V. 185“, „Föttinger-Transformator“ und die Barkasse „Vulcan“ geht aus den Photographien Fig. 18, 19, 20 bezw. 14 und 16 hervor.

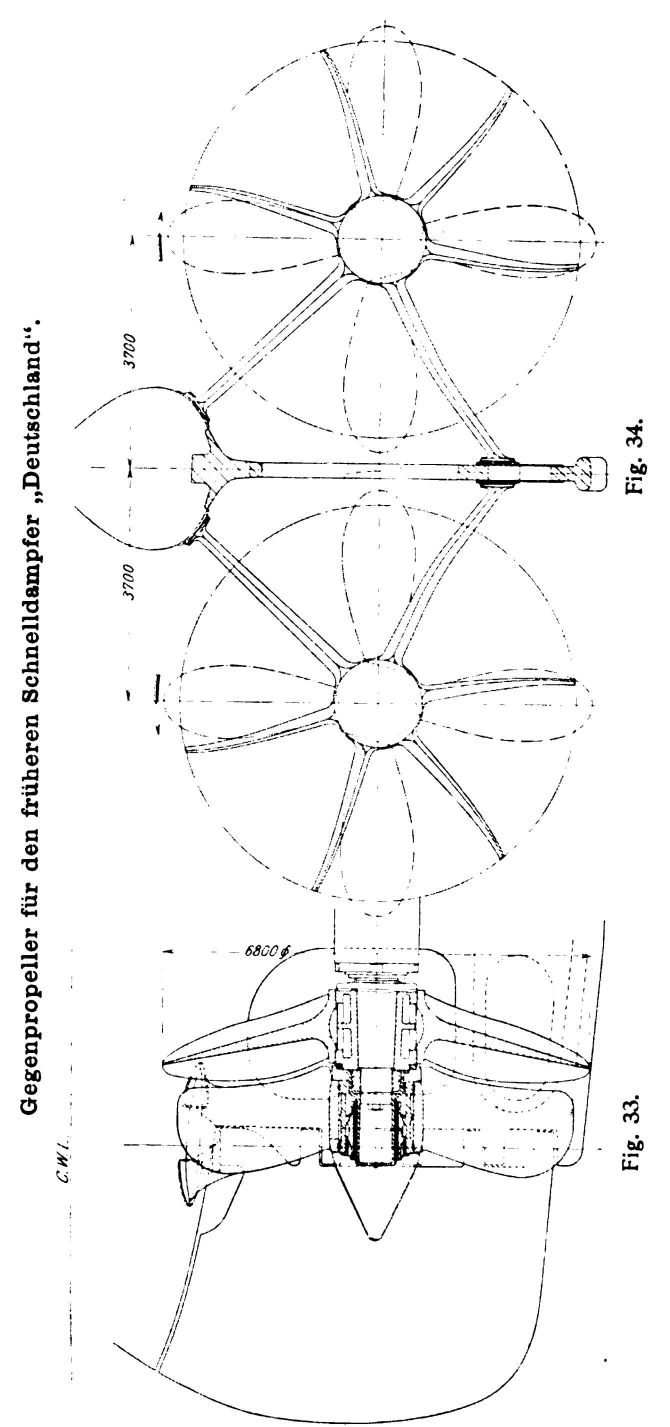


Fig. 34.

Fig. 33.

Gegenpropeller für den früheren Schnelldampfer „Deutschland“.

Die Figuren und Photographien lassen erkennen, daß der Gegenpropeller nicht nur bei Handels- und Passagierschiffen jeder Art und Größe, sondern auch ohne Schwierigkeit bei Kriegsfahrzeugen aller Art angebracht werden kann. Speziell dürfte der Gegenpropeller auch für Unterseeboote große Vorteile bieten, indem die sehr knappe Maschinenleistung solcher Fahrzeuge besser ausgenutzt und zugleich das Boot besser stabilisiert wird.

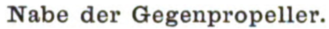
Gewicht des Gegenpropellers.

Die bisherigen Ausführungen und Projekte von Gegenpropellern haben ergeben, daß das Gewicht des kompletten Gegenpropellers bei kleinen Ausführungen etwa das $1\frac{1}{2}$ bis höchstens $1^3/_4$fache, bei großen Ausführungen etwa das 1—1,2 fache des Gewichts des Hauptpropellers beträgt. Hiervon wäre bei Neukonstruktionen das Gewicht des in Fortfall kommenden, sonst vorhandenen vorderen Wellenbockes abzusetzen, so daß das tatsächliche Mehrgewicht gegen früher nur noch gering ist. Wie aber schon erwähnt, hebt sich das Schiff mit Gegenpropeller hinten mehr heraus, so daß für den Trimm des Schiffes eine tatsächliche Mehrbelastung am hinteren Ende desselben gar nicht zum Ausdruck kommt.

Für Neukonstruktionen, bei denen keine Erhöhung der Geschwindigkeit, sondern nur eine Brennstoffersparnis beabsichtigt ist, kommt das Mehrgewicht durch den Gegenpropeller überhaupt nicht in Betracht, da dieses durch die Gewichtsersparnis für die verkleinerte Maschinen- und Kesselanlage weit überholt wird.

V. Kosten des Gegenpropellers und wirtschaftliche Bedeutung desselben.

Den Besitzer des Schiffes wird natürlich hauptsächlich die Frage interessieren, wieviel tatsächlich an Geldeswert durch den Gegenpropeller gespart wird.


Nabe der Gegenpropeller.

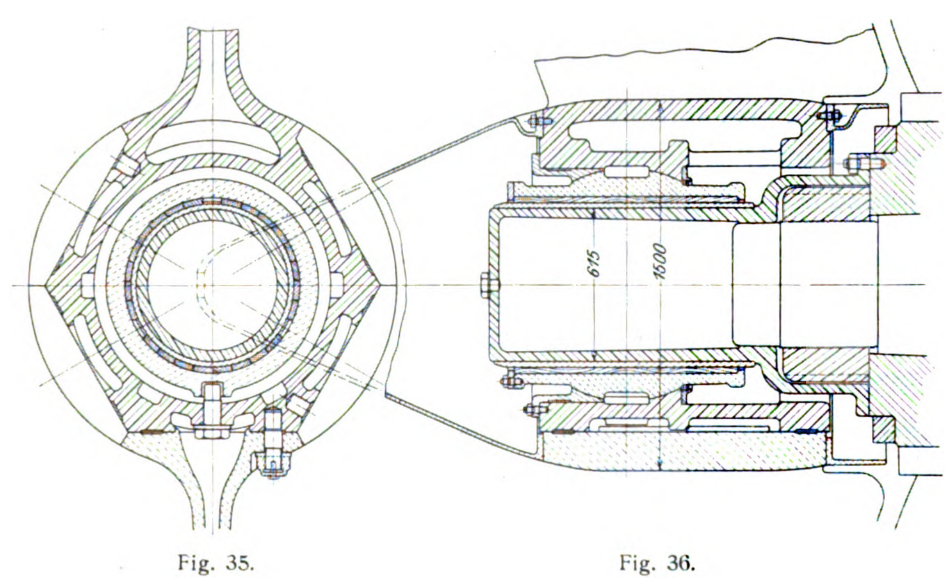


Fig. 35. Fig. 36.

Zur Beantwortung dieser Frage seien zunächst die ungefähren Kosten für den Gegenpropeller angegeben. Die bisherigen Abrechnungen ausgeführter und Kalkulationen projektierter Gegenpropeller haben ergeben, daß dessen Preis samt den Kosten für Anbringung (exkl. Docken) bei vorhandenen Schiffen entsprechend den Gewichtsverhältnissen gegenüber dem Hauptpropeller ca. das $1^1/_4$- bis höchstens 2fache der Kosten des Hauptpropellers veranschlagt werden kann; gleiches Material für Haupt- und Gegenpropeller dabei vorausgesetzt. Der größere oder kleinere Preis ist einerseits von der Größe der Ausführung, andererseits durch die verschiedenartige An-

bringung bedingt. Genaue Kosten lassen sich natürlich nur von Fall zu Fall angeben.

Für Neubauten, bei denen von vornherein auf eine geeignete Verbindung des Gegenpropellers mit dem Steven oder dem Wellenbock Rücksicht genommen werden kann (unter Fortfall des Wellenbockes vor dem Propeller) werden die Kosten noch entsprechend geringer als wie umstehend angegeben.

Beispielsweise betragen für ein mittleres Handelsschiff mit Kolbenmaschinenbetrieb von etwa 2000 PSi die Kosten für den Gegenpropeller (bei nachträglichem Einbau) etwa 10 000 M.

Demgegenüber stehen die Ersparnisse an Kohlenkosten. Bei etwa 0,8 kg Kohle pro PSi und Stunde (Durchschnittswert) und etwa 120 Dampftagen im Jahre ist der jährliche Kohlenkonsum

$$2000 \cdot 0{,}8 \cdot 24 \cdot 120 = 4600 \text{ Tonnen.}$$

Die Tonne zu 20 M gerechnet, ergibt sich der Gesamtkohlenwert zu 92 000 M.

Selbst wenn man vorsichtig nur 8 % Kohlenersparnis durch den Gegenpropeller ansetzt, ergibt sich somit eine Ersparnis pro Jahr von **7400 M**; bei Amortisation des Gegenpropellers in 5 Jahren somit ein verbleibender Gewinn von etwa 37 000 — 10 000 = **27 000 M**.

Bei einer Neuanlage stellen sich diese Zahlen noch günstiger. Selbst wenn man zugunsten des Gegenpropellers die Anlage von vornherein nur um etwa 5 % kleiner annimmt, so ergibt sich eine Ersparnis an Anlagekosten, wenn man rund 150 M pro PSi rechnet, zu . . . . 15 000 M
Der Einbau des Gegenpropellers für 1900 PSi erfordert Kosten in Höhe von etwa . . . . 9 500 „
Ersparnis an Anlagekapital . . . . 5 500 „
Hierzu die Ersparnis an Kohlenkosten in 5 Jahren für 1900 PS = etwa 35 000 „
Gesamtgewinn etwa . 40 500 M

Bei dem heutigen scharfen Konkurrenzkampf und niedrigen Frachtsätzen bedeuten derartige Ersparnisse geradezu die Lebensfähigkeit einer Reederei.

Es ist interessant zu sehen, welche Gesamtersparnisse in 5 Jahren z. B. bei der gesamten deutschen Handelsflotte erzielt werden könnten, wenn bei allen Schiffen der Gegenpropeller noch angebracht würde.

Nach dem Register des Germanischen Lloyd 1910 betrug die gesamte Anzahl PSi bei der deutschen Handelsflotte 2 275 000 PSi. Inzwischen wird diese Zahl



auf etwa 2 500 000 PSi angestiegen sein. Unter denselben Annahmen wie oben (0,8 kg durchschnittlicher Kohlenverbrauch pro PSi und Stunde, 120 Dampftage, 20 ℳ Kohlenpreis pro Tonne und nur 8 % Ersparnis) ergibt sich in 5 Jahren eine Gesamtersparnis, die Einbaukosten mit etwa 12,5 Millionen abgerechnet, von etwa **33,5** Millionen Mark.

Vom wirtschaftlichen Standpunkte aus würde es also sozusagen einen Verlust an Nationalvermögen bedeuten, wenn man sich die Vorteile des Gegenpropellers nicht zunutze machen würde.

Bei Wasser- und Dampfkraftanlagen an Land werden die Forderungen auf rationelle Ausnutzung der Wasserkraft bezw. Verminderung des Kohlenverbrauchs immer schärfer gestellt, jedes zehntel Prozent Minderwirkungsgrad wird mit hohen Konventionalstrafen belegt. Bei Schiffsmaschinenanlagen gehen noch jährlich große Summen durch die veralteten Propulsionsanlagen nutzlos verloren. Es ist dies sicher keine Konsequenz und bedarf dieser Zustand dringend der Abhilfe.

VI. Die Verwendung des Gegenpropellers für Kanalschiffe.

Der Ausbau unserer Schiffahrtsstraßen, insbesondere auch der Bau des Großschiffahrtsweges Stettin—Berlin hat die Frage nach einem rationellen Kanalfahrzeug mit eigenem Betrieb wieder in ein aktuelleres Stadium treten lassen. Selbstverständlich sind für den wirtschaftlichen Betrieb auch hier möglichst geringe Anlagekosten, ökonomische Antriebsart und große Schleppleistung maßgebend.

Über die Wahl der Antriebsart, ob Schaufelräder, Heckrad oder Schraube, ebenso ob Elektromotor, Dampfbetrieb oder Verbrennungsmotor, sind zweifellos die Ansichten bereits geklärt und kommt eigentlich nur noch der Ein- oder Doppelschraubenantrieb mittels Verbrennungsmotors in Frage.

Neben diesen Gesichtspunkten tritt aber hier noch eine andere Frage in den Vordergrund, die für die Wirtschaftlichkeit des ganzen Kanalbetriebes mindestens von gleicher, wenn nicht noch von größerer Wichtigkeit ist. Es ist dies die Frage der günstigsten Schrauben- und Ruderanordnung mit Rücksicht auf Schonung der Kanalsohle und der Böschungen.

Der schädliche Einfluß der arbeitenden Schraube auf die Kanalsohle besteht in dem Aufwühlen der letzteren durch die schraubenförmige Bewegung des aus der Schraube tretenden Wasserstromes. Diese schraubenförmige Bewegung besteht indessen nicht nur in dem Wasserzylinder, dessen Querschnitt die Schraubenkreisfläche ist, sondern auch außerhalb desselben, mit der Entfernung von der



Zylinderachse allmählich abnehmend. Sie ist jedoch in einer Entfernung der Unterkante des Schraubenkreises von der Kanalsohle gleich dem Schraubendurchmesser nach den Versuchen von Dr. Gebers (s. Jahrbuch der Schiffbautechn. Ges. 1911, S. 438) noch so groß, daß sie die Kanalsohle unter Umständen erheblich angreift, selbst wenn der Ablauf des Wassers nicht durch ein Ruder gestört wird.

Liegt ein Ruder in dem schraubenförmigen Propellerstrom, so muß eine erhebliche Störung der schraubenförmigen Bewegung des Stromes eintreten. Diese erfolgt auch und hat eine Unterteilung des Stromes in zwei getrennte Wirbelkreise oder vielmehr elliptische Wirbelringe von ausgesprochen vertikaler Strömungstendenz bezw. eine Ablenkung des Stromes in senkrechter Richtung nach oben und unten zur Folge. Dadurch entsteht natürlich ein noch kräftigerer Angriff der Kanalsohle.

Die bisher benutzte Anordnung der Schraube und des mittschiffs liegenden Steuerruders erscheint demnach für Kanalfahrzeuge nicht geeignet. Nach dem Vorschlage von Dr. Gebers (ausführlich behandelt im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1911) sollen bei Einschraubenschiffen Doppelruder zur Verwendung gelangen und damit günstige Erfolge erzielt worden sein.

Am Schlusse der Ausführungen in dem genannten Bericht heißt es:

> „2. Nicht die Schraube, sondern das Ruder hinter der Schraube hat in der Hauptsache die Profilveränderung der Schiffahrtskanäle bewirkt.“

Dies ist wohl nur falsch ausgedrückt, denn die Grundursache ist natürlich nicht das Ruder, sondern die schraubenförmige Bewegung des Propellerstromes. Dafür gibt übrigens Dr. Gebers in der genannten Schrift selbst einen Beweis. Nach seinen Ausführungen wurde der Sohlenangriff geringer, nachdem unter sonst fast gleichen Verhältnissen eine neue Schraube mit geringerer Umfangsgeschwindigkeit bei den Versuchen verwendet wurde.

Herr Dr. Gebers führt denn auch am Schlusse seiner Arbeit in genanntem Buche aus:

> „4. Der Entwurf der Schraube ist von wesentlichem Einfluß auf die Größe des auftretenden Sohlenangriffs.“

Dieser Einfluß ist aber abhängig von der Größe der Umfangsgeschwindigkeit der Schraube, weil mit Zunahme dieser Geschwindigkeit auch diejenige der schraubenförmigen Wasserbewegung wächst.

Das Ideal wäre eine Verminderung der peripherialen Bewegung auf Null. Dieses Ideal ist natürlich in der Schraube nicht zu erreichen, wohl aber dicht hinter derselben. Der Gegenpropeller hinter der Schraube bildet hier das



geeignete Mittel, die peripheriale Bewegung des die Schraube verlassenden Wasserstromes in eine axiale umzuleiten.

Um einen experimentellen Beweis für diese Wirkung des Gegenpropellers zu haben, wurden an der bereits in Fig. 26 wiedergegebenen Versuchseinrichtung photographische Momentaufnahmen des Strömungsbildes an der Oberfläche des Wassers aufgenommen.

Fig. 37 zeigt das Oberflächenbild ohne Gegenpropeller, Fig. 38 dasjenige nach Aufsetzen des Gegenpropellers, beide Male mit annähernd der gleichen Umdrehungszahl des Hauptpropellers von etwa 1200 pro Minute und der gleichen Tauchtiefe.

Wie aus dem Vergleich der beiden Figuren ersichtlich, ist das Wellenbild im Falle ohne Gegenpropeller hinter der Schraube erheblich breiter und zeigt auch größere Aufwühlungen. Außerdem ist die nach links drängende Tendenz des Wellenbildes entsprechend der Drehrichtung der Schraube (oben nach links) deutlich zu erkennen.

Bei Fig. 38 läuft der Wasserstrom viel geschlossener und energischer nach hinten und der bekannte Parabelschnitt des austretenden Schraubenstrahls mit der Wasseroberfläche ist daher auch viel langgestreckter.

Dieses gänzlich veränderte Wasserbild hinter der Schraube war übrigens auch bei allen bisherigen Ausführungen mit Gegenpropellern zu erkennen.

Zum Beispiel lautet der mir zugegangene Bericht über die Probefahrt des bereits erwähnten, auf der Elbe verkehrenden Motorschiffes „Grille" über den betreffenden Punkt wörtlich wie folgt:

> „Die Heckwellen haben eine andere Lage gegen früher. Der Winkel, den die Wellenkämme mit dem Lateralplan bilden, ist erheblich kleiner geworden; als Folge davon branden die von dem Boote in der Fahrt verursachten Wellen bedeutend schwächer an den Flußufern."

Aus dem Vergleich der beiden Bilder Fig. 37 und 38 ist übrigens nun auch leicht die infolge der größeren achsialen Beschleunigung des Wassers erzielte bessere Ausnutzung der Maschinenleistung und der höhere Schraubenwirkungsgrad bei den bisher ausgeführten Gegenpropellern erklärlich.

Leitapparate, ähnlich der Schraubenturbine, wie sie mitunter auf sehr flachgehenden Schiffen Verwendung finden und dort durch achsiale Beschleunigung des Wassers eine Füllen des Schraubentunnels bewirken, haben wir bereits eingangs des vorliegenden Aufsatzes kennen gelernt. Ein Leitapparat zum Umformen der Wasserbewegung kann wesentlich einfacher als bei der Schraubenturbine sein und vor



Wellenbild ohne Gegenpropeller.



Fig. 37.

Wellenbild mit Gegenpropeller.



Fig. 38.

allen Dingen den umhüllenden zylindrischen Mantel entbehren. Diese Konstruktion ist in dem Gegenpropeller durchgeführt.

Derselbe gewährt demnach für Kanalfahrzeuge folgende Vorteile:

1. Die tangentiale Bewegung des Schraubenwassers, welche den Sohlenangriff ausübt, wird hinter der Schraube, also dort, wo sonst ihre Wirkung beginnt, im Entstehen beseitigt. Kanalsohle und Kanalböschungen werden daher geschont.
2. wird gleichzeitig der Wirkungsgrad der Propelleranlage, wie bereits eingehend bewiesen, erhöht und die Ökonomie des Betriebes verbessert. Die Maschinenanlage kann verkleinert und daher verbilligt werden.
3. Die Schleppkraft des Fahrzeuges wird, wie auch aus den Versuchen mit an Ort rotierender Schraube hervorgeht, wesentlich erhöht.
4. Das Ruder übt keinen ungünstigen Einfluß aus; es liegt in der Schiffsmitte hinter der Schraube und nicht, wie bisher, in einem drehenden, sondern in einem achsial gerichteten Wasserstrome von größerer Intensität. Die Ruderwirkung ist daher erhöht, gleichzeitig kann das Ruder in der im Schiffbau üblichen Weise angebracht und eingerichtet werden.

Der durch den Gegenpropeller erzeugte zusätzliche Schub gewährt somit einen in der Kohlen- bezw. Brennstoffersparnis direkt zum Ausdruck kommenden wirtschaftlichen Vorteil, während z. B. das Doppelruder direkte Vorteile in dieser Beziehung nicht bringen kann, aber Nachteile durch Widerstandsvermehrung nicht ausschließt.

VII. Die Verwendung des Gegenpropellers für Luftfahrzeuge.

Auf Grund der Ergebnisse mit Gegenpropellern für Wasserfahrzeuge erschien es wahrscheinlich, daß auch bei Luftpropellern durch Hinzufügung eines zweckmäßigen Leitapparates ähnlich günstige Resultate zu erzielen seien. Die in dieser Hinsicht zunächst im kleinen angestellten Versuche haben diese Vermutung bestätigt, jedoch nur dann, wenn auch gleichzeitig der Hauptpropeller eine entsprechende Umgestaltung erfährt.

Bei der nahen Berührung von Luftfahrzeugbau, insbesondere Luftschiffbau und Schiffbau dürften daher diese Resultate allgemeineres Interesse verdienen.

Zunächst erscheint die Annahme berechtigt, daß bei den hohen Umfangsgeschwindigkeiten der heutigen Aeroplan- und Luftschiffpropeller (bis zu 100 m p.Sec.)



eine starke tangentiale Beschleunigung der Luft, wenigstens an der lokalen Stelle der augenblicklichen Stellung der Flügel, eintreten muß. Da bei den meisten Luftpropellern der Rücken sehr stark gewölbt ist, muß einerseits ein verhältnismäßig bedeutender Sog eintreten. Andererseits ist häufig auch die Druckseite der Flügel hohl, um analog wie bei den Aeroplantragflächen eine bessere Ausnutzung der ganzen Flügelbreite zu erhalten. Dies bedingt aber an sich schon einen größeren Neigungswinkel der absoluten Austrittsgeschwindigkeit zur Längsebene.

Auf der anderen Seite erscheint es zweifelhaft, ob bei den zweiflügeligen Luftpropellern die Umherwirbelung sich auf den ganzen Propellerkreis erstreckt.

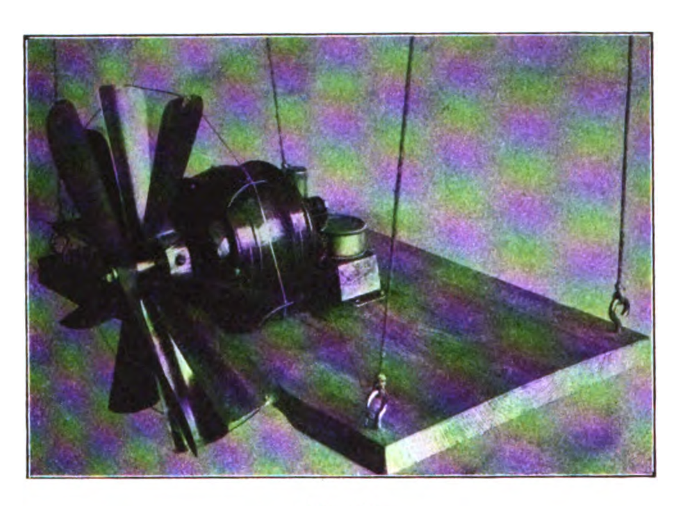


Fig. 39.

Es ist vielmehr die Vermutung berechtigt, daß der größere Teil der zwischen zwei Flügeln durchstreichenden Luftmasse unbeeinflußt bleibt.

Es war daher fraglich, ob unter diesen Umständen ein Gegenpropeller einen Nutzen bringt, da er ja nur lokal an der augenblicklichen Stellung der Hauptflügel einen zusätzlichen Schub erzeugt, auf dem größeren Teil seines Umfangs aber unbeeinflußt bleibt. Die mehr oder weniger unbeschäftigten Gegenpropellerschaufeln können dann natürlich nicht nützlich, sondern sogar schädlich durch Erzeugung von Formwiderstands- und Reibungsverlusten wirken.

Um über diese Verhältnisse einen Anhalt zu gewinnen, machte ich mir eine kleine Versuchseinrichtung, bestehend in einer an 4 etwa 3 m langen Schnüren an der Zimmerdecke aufgehängten kleinen Schaukel mit Elektromotor (siehe Fig. 39). Die rückführende Kraft gegenüber dem Schraubenschub bildete hier das

Eigengewicht der Schaukel samt Motor und Propeller. Da der Strom dem Motor ebenfalls von oben durch einen vom Aufhängepunkt ausgehenden Draht zugeführt wurde, also nicht die geringsten Reibungs- oder Bewegungswiderstände vorhanden waren, so erlaubte die Einrichtung trotz ihrer Einfachheit sehr genaue Messungen. Die Vergleichsbasis für die Versuche mit und ohne Gegenpropeller bildete die Auslenkung der Schaukel aus dem Ruhepunkt für gleiche zugeführte elektrische Energie.

Vergleichsversuch I.

Zunächst wurde ein Versuch mit einem zweiflügeligen Holzpropeller von 300 mm Durchmesser gemacht, der ein genaues verkleinertes Modell des sogenannten „Integralpropellers" bildete. Um die Strömungsvorgänge zu untersuchen, wurde die ganze Umgebung des rotierenden Propellers mit einem kurzen dünnen Wollfaden, der leicht beweglich an eine kleine Öse eines Stahlstäbchens angebunden war, abgetastet.

Es ergab sich hierbei vor dem Propeller ein fast genau achsialer Zufluß, dagegen konnte auf der Rückseite des Propellers eine sehr starke Neigung des Fadens in der Umfangsrichtung (im Mittel in unmittelbarer Nähe etwa 45°), gleichzeitig aber ein starkes Flimmern des Fadens innerhalb gewisser Winkelgrenzen festgestellt werden. Die letztere Wahrnehmung bestätigte somit die bereits oben ausgesprochene Vermutung, daß nur die in unmittelbarer Nähe der Flügel befindliche Luftpartie verdichtet und beschleunigt schräg nach hinten geworfen wird. Auf dem größeren Umfang der dazwischen liegenden beiden Halbkreise wird die Luft zwar mitgerissen, fließt aber mit geringerer achsialer und tangentialer Beschleunigung durch.

Die Wirkungsweise beschränkt sich somit im wesentlichen auf die Verhältnisse, wie sie sich etwa bei einer schmalen, schräg zu sich selbst fortbewegten Platte in der Luft oder im Wasser abspielen.

Diese letztere Tatsache wird z. B. bei den Propellern des Luftschiffes „Schwaben" bewiesen. In der vorderen Gondel treibt z. B. ein Motor von 145 PS zwei zweiflügelige Schrauben mit etwa 500 Umdrehungen an, während sich in der hinteren Gondel zwei Motoren von je 145 PS befinden, von denen jeder eine vierflügelige Schraube mit ebenfalls 500 Umdrehungen antreibt. Dabei besitzen die Propeller, soweit mir bekannt, gleichen Durchmesser und Steigung. Die Hinzufügung zweier Flügel bedingt somit die doppelte Leistungsaufnahme, ein Beweis, daß die einzelnen Flügel infolge ihrer großen Entfernung ganz unabhängig voneinander arbeiten.

In der Längsebene war das Strömungsbild insofern interessant, als



sogar noch an der rückwärtigen Flügelspitze ein Zuströmen der Luft nach dem Propeller konstatiert werden konnte. Erst von einem Punkt von etwa 2 cm Entfernung unterhalb der Flügelspitze ab konnte ein kräftiges Ausströmen nach hinten bezw. schräg nach der Seite beobachtet werden. Der Übergang aus einer Bewegung in die andere an jenem kritischen Punkt deutet darauf hin, daß das auf der Vorderseite der Flügelspitze erzeugte Vakuum selbst von der Rückseite her ausgeglichen wird. Es scheint somit an der Spitze ein zu kräftiger Angriff der Luftmassen zu erfolgen, so daß ein Luftpropeller mit an der Spitze nach außen abfallender Steigung rationeller sein dürfte, als ein solcher mit durchweg konstanter Steigung. Diese Vermutung wird übrigens durch die in der „Turbine" Jahrgang 1911 veröffentlichten Versuche von Lavarol und Boswell*) mit Luftpropellern von verschiedener Form und Steigung bestätigt.

Nach Untersuchung des Strömungsbildes wurde sodann bei etwa 2500 Umdrehungen die entstehende Auslenkung der Schaukel (rund 150 mm im Mittel) wiederholt gemessen.

Zu dem Vergleichsversuch wurde ein achtflügeliger Gegenpropeller mit etwa 27 mm breiten Schaufeln benutzt. Hierbei konnte bei derselben Wattzahl keine vermehrte Zugkraft festgestellt, ebenso keine merkliche Abnahme der Tourenzahl beobachtet werden**).

Vergleichsversuch II.

Der Mißerfolg des ersten Vergleichsversuchs wurde darauf zurückgeführt, daß die Flügel des Gegenpropellers zu schmal seien und den Luftstrom nicht genügend faßten, um ihn in die achsiale Richtung überzuleiten.

Es wurde daher ein zehnflügeliger Gegenpropeller mit etwas breiteren Schaufeln hergestellt, siehe Fig. 39. Die sorgfältig durchgeführten Vergleichsversuche ergaben auch diesmal keine vermehrte Zugkraft.

Vergleichsversuch III.

Der abermalige Mißerfolg legte die Vermutung nahe, daß auch der zehnflügelige Gegenpropeller noch nicht imstande sei, den Luftstrom genügend zu fassen. In Wirklichkeit war eine günstige Wirkung bereits vorhanden, allerdings nur in der Nähe der augenblicklichen Stellung der Hauptpropellerflügel. Die vermehrte Zugkraft an dieser Stelle wurde aber anscheinend wieder vollkommen

*) Siehe auch „Engineering" 1910 S. 319.

*) Zwecks Ausgleichs des Gewichts wurde bei dem Versuch ohne Gegenpropeller das Gewicht des letzteren durch einen an der gleichen Stelle angebrachten Bleiring ersetzt.



kompensiert durch den Reibungs- und Strömungswiderstand der übrigen Schaufeln des Gegenpropellers, da für diese die Krümmung ja zu groß war.

Betreffs des Strömungsbildes konnte sowohl beim Versuch I als II bemerkt werden, daß im Falle „mit“ Gegenpropeller ein wesentlich besserer achsialer Abfluß stattfand und das Flimmern des Fadens zwischen zwei Schaufeln bedeutend geringer war als ohne Gegenpropeller (bei II noch etwas schwächer als bei I).

Es wurde daher ein dritter Doppelversuch mit dem zweiflügeligen Hauptpropeller und einem **30** flügeligen Gegenpropeller angestellt, wobei der letztere aus dem zehnflügeligen dadurch entstand, daß zwischen je zwei Schaufeln noch zwei Flügel eingesetzt wurden.

Aber auch bei diesem Vergleichsversuch war keine nennenswerte Vermehrung der Zugkraft zu konstatieren, wenn man von Unterschieden von ± ca. 1—1,5 mm absieht, die auf Beobachtungsfehler oder sonstige kleine Störungen zurückgeführt werden können. (Die ganze Auslenkung betrug in beiden Fällen z. B. bei 158 Volt, 0,62 Amp. und 2560 Umdrehungen im Mittel 152 mm.)

Vergleichsversuch IV.

Nachdem die Versuche I, II und III keine Verbesserung durch den Gegenpropeller gebracht hatten, war es erwiesen, daß der Mißerfolg nur am Hauptpropeller liegen konnte.

Es wurde daher ein vierflügeliger Hauptpropeller mit gebogenen Blechschaufeln hergestellt, dessen Flügel in bezug auf Durchmesser, Steigung. Wölbung und Form genau denen des zweiflügeligen Holzpropellers entsprachen.

Zum Vergleichsversuch wurde der 30 flügelige Gegenpropeller Fig. 40 benutzt.

Aus je 10 Vergleichsbeobachtungen der beiden Versuche für dieselbe Spannung und Stromstärke ergaben sich die folgenden Zahlen:

	Umdrehungen	Auslenkungen	Zugkraft*)
ohne Gegenpropeller . .	1793	155,4 mm	**0,366 kg**
mit „ . .	1774	161,6 „	**0,381 „**

Im Falle mit Gegenpropeller ergab sich somit ein Mehr an Zugkraft von 0,015 kg = **4,1** %.

Dieser Versuch ergab somit bereits eine Bestätigung des oben Gesagten, daß durch den zweiflügeligen Hauptpropeller der Luftstrom nur zum geringen Teil erfaßt wird.

*) Die Zugkraft errechnete sich aus dem Gesamtgewicht der Schaukel mit Motor und Propeller = 8,05 kg, dividiert im Verhältnis der Auslenkung zur Pendellänge (L = 3420 mm).



Vergleichsversuch V.

Ausgehend von dem günstigen Ergebnis des Versuchs IV wurde nun ein achtflügeliger Hauptpropeller hergestellt (durch Einbau noch je eines Flügels zwischen die Flügel des bei Versuch IV benutzten Propellers) und dieser

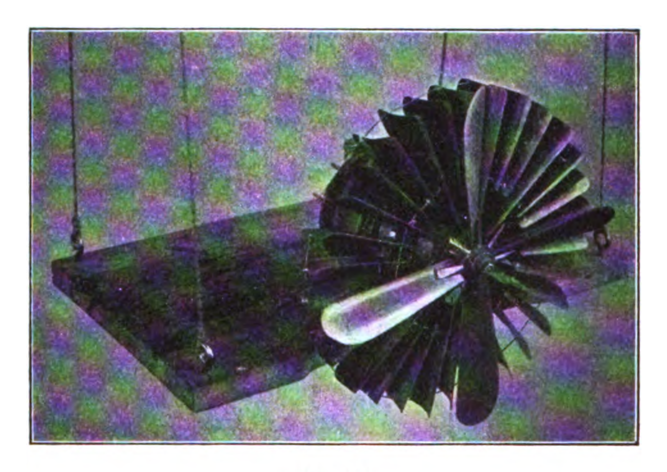


Fig. 40.

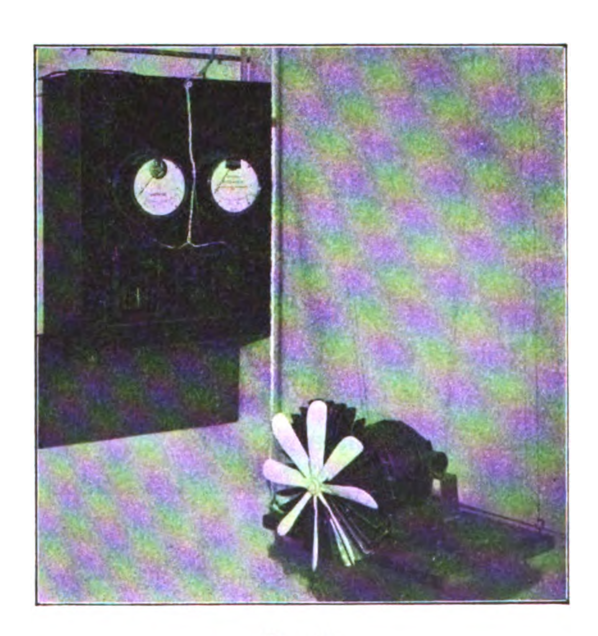


Fig. 41.

mit dem 30 flügeligen Gegenpropeller zusammen untersucht (siehe Fig. 41). Der bisher benutzte kleine Elektromotor von etwa $^1/_{16}$ PS gab nunmehr die notwendige Leistung für den achtflügeligen Hauptpropeller nicht mehr her und wurde daher durch einen stärkeren von etwa $^1/_6$ PS ersetzt.

Zwei für steigende Umdrehungszahl aufgenommene Versuchsreihen ergaben die folgenden Werte für jeweils die gleichen Spannungen und Stromstärken:

Amp.	Umdrehungen ohne G. P.	Umdrehungen mit G. P.	Auslenkung ohne G. P. mm	Auslenkung mit G. P. mm	Zugkraft*) ohne G. P. kg	Zugkraft*) mit G. P. kg	Gewinn an Zugkraft %
0,63	1710	1700	102	112	0,492	0,541	**9,8**
0,70	1860	1820	121	131	0,584	0,632	**8,3**
0,78	1960	1950	135	150	0,652	0,724	**11,1**
0,84	2100	2010	145	160	0,699	0,772	**10,3**
0,97	2230	2180	160	179	0,772	0,864	**11,9**
1,03	2310	2300	175	195	0,844	0,940	**11,4**

Im Mittel war somit bei Anwendung des Gegenpropellers ein Gewinn an Zugkraft von **10,5 %** zu verzeichnen.

Wenn man annimmt, daß z. B. bei einem Flugzeug der Widerstand quadratisch mit der Geschwindigkeit wächst, würde dies somit eine Zunahme an Geschwindigkeit von etwa 5 % bezw. eine Leistungsersparnis von etwa 15 % bedeuten.

Vergleichsversuch VI.

Es wurde nun noch ein weiterer Doppelversuch angestellt, wobei der achtflügelige Hauptpropeller mit dem zuerst hergestellten, bei Versuch I benutzten achtflügeligen Gegenpropeller kombiniert wurde, um zu sehen, ob nicht bereits eine geringere Flügelzahl für den Gegenpropeller genüge, was natürlich für die Gewichtsersparnis bei großen Ausführungen nicht unwesentlich ist.

Die Vergleichsversuche ergaben jedoch, daß der Gewinn an Zugkraft gegenüber den Versuchen IV oder V wesentlich geringer war. Im vorliegenden Falle bedarf man aber wohl mindestens 20 Schaufeln, um den Luftmassen eine gute Führung zu geben bezw. in genügender Weise abzulenken.

Zusammenfassung der Versuche.

Die Versuche ließen erkennen, daß durch den Gegenpropeller erst dann eine Verbesserung eintritt, wenn auch der Hauptpropeller eine größere Anzahl von

*) Das Gewicht der ganzen Schaukel samt Motor und Propeller betrug im vorliegenden Falle 16,5 kg.

Flügeln erhält, um zu erreichen, daß über den ganzen Umfang des Propellerkreises möglichst gleichartige Verhältnisse herrschen. In diesem Falle ergab aber der Gegenpropeller, sofern er ebenfalls mit einer genügenden Anzahl Schaufeln ausgerüstet ist, eine Zugkraftvermehrung von etwa 10 %.

Mit anderen Worten, der ganze Treibapparat muß mehr als Luftturbine ausgebildet werden, statt wie jetzt als einfacher zweiflügeliger Arm, der sozusagen einem Handruder gleicht. Der Wirkungsgrad des jetzigen Aeroplanpropellers scheint übrigens, soweit Material hierüber vorliegt*), noch wesentlich schlechter als bei Wasserpropellern zu sein.

Man darf erwarten, daß der Gewinn bei großen Ausführungen jedenfalls nicht geringer, sondern eher noch größer als obige Zahl ist, da mit der höheren Umfangsgeschwindigkeit auch der Wirbelverlust verhältnismäßig etwas wächst. (Siehe die analogen Resultate beim „Föttinger-Transformator" und bei der Barkasse „Vulcan".)

Es ist aber fraglos, daß schon bei diesem Gewinn von etwa 10 % ein ganz bedeutender Fortschritt im Flugwesen erzielt wird. In Wirklichkeit bedeutet ein derartiger Gewinn natürlich noch mehr, denn für gleiche Geschwindigkeit kann dann der Motor kleiner und leichter genommen werden, was andererseits wieder eine Ersparnis an Tragfläche bezw. Ballonvolumen mit sich bringt. Will man hieran nichts ändern, so kann die Ersparnis am Motor für Vermehrung des Brennstoffvorrats ausgenützt werden.

Gewiß bringt die Ausgestaltung des Hauptpropellers als vielflügeliger Propeller, ferner die Anbringung des Gegenpropellers wieder eine Gewichtsvermehrung. Indessen kann oder muß, wie wir gesehen haben, bei Verwendung eines vielflügeligen Hauptpropellers dessen Durchmesser für die gleiche Leistung reduziert werden. Dies ergibt wieder eine gewisse Gewichtsersparnis, so daß der Hauptpropeller bei sachgemäßer Durchgestaltung kaum viel schwerer als früher wird.

Andererseits wird durch die Verkleinerung des Durchmessers der Hauptpropeller wohl etwas betriebssicherer, indem die Umfangsgeschwindigkeit und die damit verbundene hohe Beanspruchung kleiner wird.

Was den Gegenpropeller anbelangt, so haben bereits durchgearbeitete Entwürfe gezeigt, daß sich derselbe, da er ja nicht rotiert, außerordentlich leicht herstellen läßt.

---

*) Siehe u. a. auch Scheit und Bobeth, Z. d. V. d. Ing. 1911 S. 1840: „Untersuchung einer Luftschraube".



Außer der Verbesserung der Ökonomie dürfte aber der Gegenpropeller wegen des genau achsial gerichteten Luftstroms ähnlich wie bei den Wasserfahrzeugen auch eine bessere Längs- und Querstabilisierung, insbesondere bei verminderter Tourenzahl mit sich bringen. Speziell muß die Querstabilisierung wesentlich besser werden, da achsialer Zu- und Abfluß vorhanden, also äußere drehende Momente auf das Flugzeug nicht mehr auftreten.

Jedenfalls sprechen Analogiegründe auf Grund der mit Wasserfahrzeugen erzielten günstigen Resultate sowie die beschriebenen Versuche im kleinen Maßstabe dafür, daß die Anwendung des Gegenpropellers auch bei Luftfahrzeugen einen erheblichen Fortschritt darstellen dürfte.

Diskussion.

Herr Geheimer Regierungsrat Professor Flamm-Charlottenburg:

Euere Königliche Hoheit, meine Herren! Ich glaube, die Ausführungen von Herrn Dr. Wagner haben gezeigt, daß die Untersuchungen der letzten Jahre bezüglich der Bewegungsvorgänge hinter der Schraube Klarheit gebracht und dazu geführt haben, in einer sehr hübschen Weise das Element des Gegenpropellers auszukonstruieren, durch welches tatsächlich theoretisch ohne weiteres, und, wie die Ergebnisse zu zeigen scheinen, auch praktisch ein sehr netter Erfolg erzielt ist. Es ist die Wirkungsweise dieses Gegenpropellers aus dem Bilde (Fig. 42), welches vorhin Herr Dr. Kempf uns vorgeführt hat, ohne weiteres zu verstehen.

Aus diesem Bild wie aus zahlreichen früheren Beobachtungen geht hervor, daß das Wasser hinter der Schraube eine spiralartige Bewegung macht; der Gegenpropeller lenkt die Wasserströmungen wieder in die zentrale Achsialrichtung zurück und schafft somit eine Druckkomponente, die der Fahrt des Schiffes zugute kommt. Das vorliegende Bild des Herrn Dr. Kempf zeigt aber auch sehr deutlich, daß von einem Wirbelring des Herrn Professor Ahlborn hinter der Schraube nicht die Rede ist. Wenn in dem Bilde die Krümmungslinien gewisse Niveauerhebungen zeigen, so dürfte dies wohl auf die stauende Wirkung der Drahtgewebe zurückzuführen sein.

Hinsichtlich der letzten Ausführungen des Herrn Vortragenden möchte ich wünschen, daß besondere Versuche gemacht würden. Wenn ich zum Beispiel den Propeller als zweiflügeligen Propeller und als achtflügeligen Propeller konstruiere, dann glaube ich, daß nach den Erfahrungen, die mir bekannt sind, der zweiflügelige Propeller einen günstigeren Wirkungsgrad hat als der achtflügelige. Wenn ich nun den Versuch mache mit dem Gegenpropeller und nehme zunächst einen achtflügeligen Hauptpropeller und versuche den, dann hat er einen bestimmten Wirkungsgrad, der aber dem zweiflügeligen Propeller gegenüber vielleicht und wahrscheinlich zurücksteht. Wenn Sie nun bei dem achtflügeligen Propeller den Gegenpropeller anbringen, dann

glaube ich wohl, daß Sie in summa einen besseren Wirkungsgrad erzielen werden als mit dem achtflügeligen Hauptpropeller allein. Nun steht aber der achtflügelige Hauptpropeller im Wirkungsgrad hinter dem zweiflügeligen Propeller zurück. Es würde mich aber sehr interessieren zu erfahren, wie dieser Wirkungsgrad sich stellt, wenn Sie keinen Gegenpropeller, aber dafür einen gut konstruierten zweiflügeligen Hauptpropeller nehmen; erst dann würde man die Frage entscheiden können: nehme ich für das Schiff oder für Luftfahrzeuge den achtflügeligen Propeller und den Gegenpropeller oder lasse ich den Gegenpropeller ganz weg und nehme nur den zweiflügeligen Hauptpropeller.

Ich würde mich freuen, wenn Herr Dr. Wagner nach der Richtung hin noch einige Aufschlüsse geben wollte.

Modell des Strömungsverlaufes (seitlich).

hinten vorn

Fig. 42.

Herr Zivilingenieur M. H. Bauer-Berlin:

Königliche Hoheit! Meine Herren! Darf ich Ihre Aufmerksamkeit einige Minuten in Anspruch nehmen.

Ich habe sehr viel Gelegenheit gehabt, mit Fahrzeugen zu experimentieren, welche mit und ohne Gegenpropeller ausgerüstet waren, und zwar besonders mit kleineren Fahrzeugen, weil bei diesen die Beobachtung aller sonstigen Einflüsse wesentlich exakter ist als bei größeren Fahrzeugen.

Ich habe bei meinen Versuchen mit Gegenpropellern von Beginn an meine Aufmerksamkeit auf eventuelle Störungen gerichtet, welche durch den Gegenpropeller hervorgerufen würden, denn es schien mir nicht ausgeschlossen, daß schwimmende Körper auch in das

Schraubenwasser hineingenommen würden und dann natürlich die Wirkung des Hauptpropellers beeinträchtigen, oder auch störend und zerstörend auf den Apparat wirken konnten.

Ich habe ein paar sehr drastische Versuche gemacht. Der Wasserstand hat uns in diesem Jahre in der Nähe von Berlin sehr häufig Gelegenheit gegeben, unfreiwillig und mit Absicht über den Grund zu fahren. Wir hatten unser Versuchsfahrzeug mit einem tiefen freihängenden Ruder versehen, um die Grundberührung durch die Schraube kontrollieren zu können. Es ist mir auch nach vielen vergeblichen Versuchen gelungen, eine Schraubenhavarie herbeizuführen, und zwar hat die Wassertiefe in diesem Falle etwa 0,30 m weniger betragen als der Tiefgang der Schraube, welcher bei voller Fahrt ungefähr 0,90 m betrug. Die Schraube besaß eine sehr hohe Tourenzahl, etwa 1200 p. Min., und demgemäß war ihr Durchmesser verhältnismäßig klein. Wir passierten die flache Stelle in voller Fahrt und der Erfolg war natürlich ein ziemlicher Ruck im Boot und in der Motoranlage.

Der Tourenzähler ergab eine geringe Verminderung der Tourenzahl und es stellten sich im Hinterschiff Vibrationen ein, die vor der Grundberührung so gut wie Null gewesen waren. Die Schiffsgeschwindigkeit schien wenig vermindert.

Das Schiff wurde dann auf das Slip gezogen und es stellte sich heraus, daß der untere der vorhandenen sechs Flügel des Gegenpropellers etwas nach der Seite abgebogen und von dem Hauptpropeller ein wahrscheinlich durch die Grundberührung nach hinten gebogener Flügel bis zur Hälfte glatt abgeschnitten war. An und für sich wiesen die scharfen Eintrittskanten der Gegenpropellerflügel die Spuren dieser Arbeit auf. Die notwendige Reparatur war jedoch geringfügig. Im ganzen ergab der Befund, daß die schwere Havarie am Hauptpropeller keine allgemeine Störung des Schiffbetriebes zur Folge gehabt hatte.

Ich habe ferner einige Probefahrten mit Motorbooten, welche Gegenpropeller besaßen, in ziemlich großem Seegange angestellt und dabei ergab sich, daß die horizontal liegenden Flügel der Gegenpropeller und wohl auch die schräg dazu stehenden Flügel desselben eine ganz bedeutende Dämpfung der Stampfbewegung herbeiführten. Bei Parallelversuchen mit einem kleineren Motorrennboot im Mittelmeer konnte ich eine wesentlich größere Ruhe des Bootes bei Fahrten mit Gegenpropeller feststellen. Das Hinterschiff wurde scheinbar weniger gehoben, und das Durchgehen der Maschine infolge Freischlagens der Schraube wurde weniger oft beobachtet, besonders auch bei langsamer Fahrt, als bei Fahrten ohne Gegenpropeller.

Wie mir von Besitzern anderer Boote mit Gegenpropellern mitgeteilt wurde, ist die Seefähigkeit ihrer Fahrzeuge besonders bei achterlicher See durch den Gegenpropeller erheblich verbessert worden.

Bei den Versuchen des Gegenpropellers auf Torpedobooten hat man ferner festgestellt, daß die achterliche Vertrimmung geringer wurde. Ob das auf die Geschwindigkeit des Schiffes einen günstigen oder ungünstigen Einfluß hat, wäre ja noch näher zu untersuchen.

Eine andere gute Wirkung des Gegenpropellers hat uns Herr Dr. Wagner nicht mitgeteilt, das ist die wirtschaftliche Möglichkeit der Verwendung von Antriebsmaschinen mit höheren Tourenzahlen. Jeder Maschinenkonstrukteur wird bemüht sein, aus dem ihm zur Verfügung gestellten Baumaterial möglichst viel herauszuholen, um dem Gewicht und den Anschaffungskosten die größtmögliche Maschinenleistung gegenüberzustellen.

Wenn durch Vermehrung der Tourenzahl der Wirkungsgrad des Hauptpropellers auch etwas sinkt, so wird er durch den Gegenpropeller wieder hinaufgebracht.

Der Gewinn wird dann nicht durch Verbesserung des Propellerwirkungsgrades über das frühere Maß hinaus erzielt, sondern durch Verminderung des Gewichts und der Kosten der Maschinenanlage von gleicher Leistung.



Der Gegenpropeller führt ferner eine gleichmäßigere Belastung der ganzen Flügelfläche und der Antriebmaschine herbei, und das ist vermutlich der Hauptgrund für die auffällige Verminderung der Vibrationen nach Anbringung der Gegenpropeller, wie sie bei Torpedobooten und anderen Fahrzeugen unzweifelhaft beobachtet worden ist.

Herr Dr. ing. Bendemann-Lindenberg (Kr. Beeskow):

Königliche Hoheit, meine Herren! Ich möchte nur wenige Worte sagen über die Nutzanwendung auf Luftschrauben, die der Herr Vortragende angedeutet hat. Die Frage der Ausbildung von Gegenpropellern auch für Luftschrauben hat mich, da ich ja mit Luftschraubenexperimenten seit Jahren dauernd in unserer Lindenberger Anstalt zu tun habe, auch schon einigermaßen beschäftigt. Wenn man mit Wollfäden oder ähnlichem den Luftstrahl beobachtet, den die Schraube erzeugt, kommt man ja leicht auf den Gedanken, ob man nicht die stets vorhandene Rotationskomponente in dieser Weise ausnutzen könnte. Allerdings haben wir es praktisch meist mit sehr flachgängigen Schrauben zu tun, bei denen dann auch diese rotierende Komponente sehr klein ist, so daß es doch fraglich erscheint, ob es sich lohnt. Der Herr Vortragende selbst hat es ja schon ausgesprochen, daß der Gegenpropeller um so mehr Nutzen verspricht, je schlechter der Hauptpropeller ist, und Herr Geheimrat Flamm hat bereits das angedeutet, was sich auch aufgedrängt hat. Wahrscheinlich ist nur durch die starke Vermehrung der Flügelzahl bei dem Hauptpropeller dessen Wirkung so verschlechtert worden, daß nun erst mit dem Gegenpropeller etwas herauszuholen war. Ich habe mir, soweit das nach den Angaben des gedruckten Vortrages möglich ist, ausgerechnet, wie es mit dem Gütegrad der Schraubenmodelle bestellt ist, mit denen der Herr Vortragende gearbeitet hat. Wir sprechen da vom „Gütegrad", denn ein „Wirkungsgrad" ist, da die Versuche am festen Stand gemacht sind, ja überhaupt nicht vorhanden. Den Gütegrad definieren wir als das Verhältnis der wirklich erzielten zu der mit einer verlustlosen Schraube theoretisch höchstens erzielbaren Schubkraft bei gleichem Durchmesser und gleicher Antriebsleistung. Da fehlt nun allerdings die Angabe der Antriebsleistung; nur für die Zweiflügelschrauben sind die zugeführten Ampère und Volt einmal angegeben. Wenn man da nun den Wirkungsgrad des kleinen Elektromotors nur zu 0,6 annimmt, dann ergibt sich, daß schon die zweiflügelige Schraube nur einen Gütegrad von 0,43 hat. Ich müßte also den Wirkungsgrad des Elektromotors noch erheblich schlechter als 0,6 annehmen, was ja schon recht niedrig ist, um bei dem zweiflügeligen Propeller einen erträglichen Gütegrad herauszubekommen. Bei dem vierflügeligen und gar achtflügeligen Propeller wird der Gütegrad sicher noch erheblich schlechter, und wenn nun erst der Gegenpropeller Nutzen gebracht hat, so ist da doch Vorsicht geboten, ehe man Schlüsse zieht. Übrigens mag dieser schlechte Gütegrad daher kommen, daß bei den gezeigten Versuchen der Schraubenstrahl gegen den Antriebsmotor geblasen wurde und gegen das Brett, auf dem der Motor montiert ist. Dadurch wird die Schubkraft natürlich vermindert. Wir machen die Versuche immer so, daß der Motor oder die sonstigen Hindernisse sich auf der Saugseite befinden, wo bedeutend geringere Geschwindigkeiten herrschen.

Ich möchte es dennoch gern in Aussicht nehmen, in Lindenberg auch einmal Versuche in unserem großen Maßstabe mit Gegenpropellern zu machen. Ob allerdings die Flugtechniker und die Luftschiffer sich jemals dazu verstehen werden, statt der einfachen zwei Flügel acht Flügel an einem Propeller und dazu noch dreißig Flügel eines Gegenpropellers zu nehmen, möchte ich einstweilen doch noch bezweifeln.

Herr Direktor Eggers-Hamburg:

Königliche Hoheit, meine Herren! Herr Dr. Wagner hat uns in anschaulicher Weise soeben einen Weg gezeigt, wie wir die Ökonomie unserer Schiffsmaschinenanlagen verbessern können.



Sie können sich denken, daß die Ingenieure der großen Reedereien dauernd bemüht sind, einen ähnlichen Weg zu finden, und dankbar sind für jeden Wink, der ihnen von anderer Seite gegeben wird. Sie können dieses schon deswegen verstehen, weil die Kohlenrechnung bei der Hamburg-Amerika-Linie z. B. 25—30 Millionen Mark im Jahre ausmacht. Ein Gewinn von 10 % an Kohlen würde also gewiß nicht zu unterschätzen sein. Ich meine aber, daß der Weg, den Herr Dr. Wagner eingeschlagen hat, nicht gangbar ist. Die unbedingt zu fordernde Betriebssicherheit ist bei Verwendung von Gegenpropellern durchaus nicht gewährleistet.

Meine Herren! Das Beseitigen von Stahltrossen, Hanftrossen, Fischernetzen und dergleichen aus den Propellern unserer Schiffe ist eine ständige Arbeit der Taucher. Sie sehen schon daraus, daß sehr wohl durch derartige Gegenstände Havarien mit Gegenpropellern herbeigeführt werden können. Wenn Sie sich denken, daß beim Festmachen oder Verholen eines Schiffes (bei dieser Gelegenheit passiert es wohl meistens) eine Stahltrosse über Bord hängt, hinter die frei ins Wasser hineinragenden Arme des Gegenpropellers hakt, und man dreht jetzt die Maschine, so daß die Trosse auch vom Propeller gefaßt wird, dann muß unbedingt etwas biegen oder brechen. Die Folge davon ist natürlich, daß das Schiff ins Dock genommen werden muß, um den Schaden zu reparieren. Hat man Reservegegenpropeller und Reservepropeller zur Hand, so läßt sich der Zeitverlust wohl noch tragen, hat man das aber nicht, so ist ein längerer Aufenthalt unvermeidlich. Es kommt hinzu, daß, wenn wir, ich meine die Hamburg-Amerika-Linie, uns entschließen wollten, für unsere große Flotte Gegenpropeller einzuführen, eine ungeheure Summe angelegt werden müßte, die schließlich in erster Linie amortisiert und verzinst werden will. Herr Dr. Wagner macht sich offenbar keinen Begriff von dem Ausfall an Einnahmen und von den Kosten, die durch das Aufliegen eines einzigen großen Schiffes entstehen können. Wenn ich z. B., um gleich aufs Ganze zu gehen, unsere im Bau befindlichen Riesendampfer mit Gegenpropellern ausrüsten wollte, und es würde eine vorher geschilderte Havarie eintreten, so sind die Kosten fast unberechenbar. Nehmen wir einmal an, daß das Schiff nach der Havarie gleich ins Dock gehen könnte, was gar nicht immer wahrscheinlich ist, da wir uns nach den Wasserverhältnissen im Hamburger Hafen zu richten haben, so würde damit doch eine längere Liegezeit des Dampfers bedingt sein, um so mehr wir mit Rücksicht auf die Kosten unmöglich für alle Schiffe komplette Reservepropeller und komplette Reservegegenpropeller auf Lager halten können. Wenn Sie dann aber noch berücksichtigen, daß das Schiff durch den Unfall eventuell eine ganze Reise verlieren muß, so ist der Verlust so enorm, daß der Ausfall dieser einzelnen Reise den ganzen Gewinn eines Jahres aufzehren würde, welcher aus der Verwendung der Gegenpropeller bei allen Schiffen unserer Flotte resultiert. Ich kann der Handelsmarine deswegen durchaus nicht raten, den von Herrn Dr. Wagner vorgeschlagenen Weg zu wählen, und ich kann meiner Reederei den Einbau der Gegenpropeller nicht empfehlen.

Herr Oberingenieur Dr. Wagner-Stettin (Schlußwort):

Königliche Hoheit, meine Herren! Zunächst möchte ich Ihnen meinen Dank aussprechen für die Anerkennung, die Sie durch Ihren Beifall meiner Arbeit gezollt haben. Es soll dies für mich eine Ermunterung sein, den bisher beschrittenen Weg im Interesse der weiteren Vervollkommnung der Sache fortzusetzen.

Danken möchte ich auch Herrn Geheimrat Flamm, der auf den Nutzen des Gegenpropellers, insbesondere für Kanalfahrzeuge, hingewiesen hat und dessen Urteil als das einer anerkannten Autorität auf dem Gebiet der Schiffsschraube wohl besonders wertvoll ist. Auf die Anfrage des Herrn Geheimrat Flamm bezüglich des Wirkungsgrades von zwei- und achtflügeligen Luftpropellern werde ich noch hernach zurückkommen.

Zu den Bemerkungen des Herrn Bauer habe ich nichts weiter hinzuzufügen. Die von Herrn Bauer angestellten Versuche und gewonnenen Erfahrungen dürften besonders gegenüber den Bedenken des Herrn Direktor Eggers ins Gewicht fallen.

Gegenüber den Ausführungen des Herrn Direktor Eggers möchte ich folgendes bemerken:

Die naheliegende Frage des Hineinkommens von Fremdkörpern zwischen Haupt- und Gegenpropeller hatte ich mir seinerzeit bei Inangriffnahme der Gegenpropellersache als vorsichtiger Fachmann natürlich zu allererst vorgelegt und mir alle Konsequenzen eingehend vor Augen gehalten. Nach meinen Erwägungen und Beobachtungen, die ich bereits teilweise in dem gedruckten Vortrag niedergelegt habe, bin ich jedoch zu dem Resultat gekommen, daß die Gefahr und das Risiko keineswegs so groß sein kann, als man bei oberflächlicher Betrachtung annehmen könnte. Der Entkräftung dieser mir von verschiedenen Seiten wiederholt entgegengehaltenen Bedenken habe ich daher auch von vornherein mein besonderes Augenmerk zugewandt. Mit „Marga" wurden, wie im Vortrag erwähnt, speziell derartige Versuche angestellt, die im Verein mit den Betriebserfahrungen bei den übrigen mit Gegenpropellern ausgerüsteten Schiffen die angebliche Gefahr auf das zurückführten, was sie wirklich ist, nämlich nur ein Schreckgespenst.

Aber außer den im Vortrag erwähnten Versuchen und Erfahrungen habe ich neulich mit der im Vortrag wiedergegebenen Versuchseinrichtung noch besondere Versuche gemacht, um eine eventuelle Havarie, wenn auch nur im kleinen, herbeizuführen. Es wurden in den Tank kleine Holzstückchen von etwa 3—5 mm Durchmesser, die spezifisch ungefähr gleich schwer waren wie das Wasser, geworfen. Die Einrichtung wurde etwa 3 Stunden lang laufen gelassen. Es passierte absolut nichts, trotzdem die Holzstückchen den Haupt- und Gegenpropeller mit großer Geschwindigkeit passierten. Dabei betrug der Spielraum zwischen Haupt- und Gegenpropeller nur etwa 2 mm. Nach dem Stillsetzen war absolut keine Verletzung, weder an den Kanten vom Haupt- noch vom Gegenpropeller, zu konstatieren.

Aber wenn selbst im praktischen Betriebe ein Flügel eines Gegenpropellers, und das ist im allgemeinen der schwächere Teil der ganzen Propulsionsanlage, sich verbiegen oder sogar abbrechen sollte, so wird absolut nichts passieren und das Schiff noch durchaus betriebsfähig bleiben.

Bezüglich der von Herrn Eggers erwähnten Gefahr, welche etwa beim Manövrieren oder beim Liegen des Schiffes im Hafen durch den Gegenpropeller entstehen könnte, möchte ich das Folgende bemerken:

Die Gefahr, welche z. B. von Bord herunterhängende Trossen für die Schraubenanlage bilden, dürfte durch Anbau des Gegenpropellers schwerlich vergrößert werden, denn die Spaltweite, also die achsiale Entfernung der Flügel des Haupt- und Gegenpropellers, ist wohl in allen Fällen größer als die Dicke der verwendeten Trossen. Einen gewissen Beweis hierfür bildet der Vorfall mit dem Dampfer „Föttinger Transformator", bei welchem einmal beim Anlegen eine Trosse sich um den Hauptpropeller wickelte. Nachdem die Maschine gestoppt war, wurde die Trosse wieder herausgebracht. An derselben war keine Verletzung zu konstatieren; auch waren, wie bereits im Vortrag erwähnt, bei der kürzlichen Dockung sowohl die Flügel des Haupt- als des Gegenpropellers vollkommen unversehrt.

Vermutlich stammen die in die Schrauben geratenen Trossen auch seltener von Bord des Schiffes, als vom Grunde des Hafens. Sie werden durch den Wirbelstrom der gewöhnlichen Schraube aufgewühlt und schlingen sich um die Schraubenflügel. Bei den Anlagen mit Gegenpropeller ist aber ein wirbelnder Schraubenstrom außerhalb der Propellerkreisfläche gar nicht vorhanden, die angebliche Gefahr ist also sogar bei Anwendung des Gegenpropellers eher geringer als ohne diesen.



Daß grobe Unvorsichtigkeit und unvermeidbare Fahrlässigkeit zu Unfällen führen können, wird niemand leugnen. Solchen Unfällen ist aber jede technische Einrichtung ausgesetzt.

Übrigens denke man doch auch an andere Risiken, die man im Schiffsmaschinenbau übernimmt und die mitunter noch größer sind. Die übernimmt man ohne Bedenken, weil sie eben uns schon zur Gewohnheit geworden sind. Ich erinnere nur z. B. an die Dampfturbine mit den tausenden von Schaufeln, bei denen ebenso große oder vielleicht noch größere Gefahren und Risiken durch eine eventuelle Havarie entstehen können, wie bei einem Gegenpropeller. Trotzdem hat man seinerzeit keineswegs gezögert, die Dampfturbine im Schiffsbetriebe einzuführen.

Übrigens wird meines Erachtens häufig mit dem Worte Betriebssicherheit ein zu weitgehender Gebrauch gemacht. Selbstverständlich will ich nicht fahrlässigen Konstruktionen das Wort reden, da ich durch meine langjährige Praxis den Wert betriebssicherer Konstruktionen ebenfalls zu würdigen weiß. Aber es gibt eine gewisse Grenze, die der Ingenieur mit kühnem Schritt überschreiten muß, wenn der Fortschritt gefördert werden soll, und hierin glaube ich, mit Herrn Direktor Eggers vollkommen einig zu gehen.

Selbstverständlich wird man vorsichtig sein und nicht gleich einen Versuch mit einem Riesendampfer machen, wo kolossale Werte auf dem Spiele stehen. Man wird eben allmählich vorgehen und zunächst die Betriebsergebnisse mit mittleren und größeren Dampfern abwarten.

Wenn mit dem Gegenpropeller etwa nur 2 oder 3 % Gewinn herauskämen, würde ich selbstverständlich den Anbau desselben nicht empfehlen. Gegenüber dem Gewinn von 10—15 % aber, wie ein solcher durch das Tatsachenmaterial in erdrückender Weise nachgewiesen ist, liegt es sicher im Interesse jeder ökonomischen Reederei, daß sie sich die großen Vorteile zunutze macht, die der Gegenpropeller zu geben vermag.

Ich möchte nun noch kurz auf die Frage zurückkommen, die Herr Geheimrat Flamm und Herr Dr. Bendemann berührt haben, und zwar den Wirkungsgrad von Luftpropellern.

Wie aus den im Vortrag veröffentlichten Versuchen hervorgeht, habe ich mich zunächst darauf beschränkt, nur vergleichende Versuche mit und ohne Gegenpropeller bei verschiedenen Hauptpropellerformen anzustellen. Dabei hat sich gezeigt, daß, um durch den Gegenpropeller eine günstige Wirkung zu erzielen, auch der kleine Hauptpropeller mit mehreren Flügeln versehen sein muß. Ob bei wirklichen Flugfahrzeugen auch der Hauptpropeller vier oder sechs Flügel oder noch mehr erhalten muß, würde erst noch durch Versuche im wirklichen Maßstabe festzustellen sein. Vermutlich sind bei den großen Umfangsgeschwindigkeiten von etwa 100 m pro Sekunde gar nicht so viel Flügel beim Hauptpropeller notwendig, als wie bei meiner Versuchseinrichtung, da bei solchen Umfangsgeschwindigkeiten es sehr wahrscheinlich ist, daß der Wirbel über dem ganzen Umfang gleichmäßiger ist.

Ob ein zwei-, vier- oder achtflügeliger Hauptpropeller ökonomischer ist, darüber habe ich keine Versuche angestellt, da dies eine Sache für sich ist.

Wenn nach der Ansicht von Herrn Dr. Bendemann ein vierflügeliger Hauptpropeller unökonomischer als ein zweiflügeliger sein dürfte, so mag dies vermutlich nur dann der Fall sein, wenn die Hauptpropellerflügel dieselbe Gestalt haben wie bei einem zweiflügeligen Luftpropeller. Man ist fraglos in der Lage, auch bei einem mehrflügeligen Hauptpropeller durch richtige Abmessung der Flügelbreite, Krümmung usw. mindestens einen ebenso guten Wirkungsgrad zu erzielen, als bei einem gewöhnlichen zweiflügeligen Luftpropeller. Ich erinnere hier nur an die Ergebnisse mit Sirocco-Ventilatoren, die bekanntlich trotz der vielen schmalen Schaufeln einen mindestens ebenso guten Wirkungsgrad ergeben als Ventilatoren mit nur wenigen und dafür längeren Schaufeln.



Auf keinen Fall bedingt natürlich die Anwendung des Gegenpropellers zuerst eine Verschlechterung des Hauptpropellers, um dann erst wieder das Manko an Wirkungsgrad durch den Gegenpropeller herauszuholen, sondern man wird auch den Hauptpropeller derart gestalten, daß er auch für sich einen möglichst günstigen Wirkungsgrad ergibt. Wenn dann der Gegenpropeller hinzugefügt wird, so wird selbstverständlich der Wirkungsgrad noch weiter gesteigert.

Jedenfalls wäre es sehr wünschenswert, wenn — wie es Herr Dr. Bendemann bereits erwähnt hat — weitere Versuche in wirklichem Maßstabe mit verschiedenen Hauptpropellerformen in Verbindung mit Gegenpropellern ausgeführt würden. Solche Versuche hätten ganz enorme Bedeutung für den Fortschritt auf dem Flug- und Luftschiffahrtswesen. Aber wenn selbst bei Luftfahrzeugen der Wirkungsgrad durch den Gegenpropeller nicht erheblich gesteigert würde, so wäre immerhin der Vorteil einer besseren Längs- und Querstabilisierung, also eine erhöhte Betriebssicherheit vorhanden, und gerade in dieser Hinsicht sind unsere Flugfahrzeuge bekanntlich noch sehr verbesserungsbedürftig. Wenn der Gegenpropeller sich hierin nur in einem Falle bewähren und das Leben eines Einzelnen dadurch gerettet würde, so glaube ich, daß dies schon ein großer Vorteil wäre.

Es würde mich sehr freuen, wenn der heute Ihnen vorgetragene Gedanke, ohne daß ich pro domo rede, von den betreffenden Kreisen weiter aufgegriffen würde und die großen wirtschaftlichen Vorteile des Gegenpropellers zugunsten der deutschen Schiffahrt zur See und zur Luft ausgenutzt würden. (Beifall.)

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Versuche mit Gegenpropellern sind bekanntlich schon des öfteren angestellt worden, aber wir können dem Herrn Vortragenden nur gratulieren, daß seine Resultate bei weitem besser sind als die früheren. Ich spreche Herrn Dr. Wagner unseren Dank dafür aus, daß er uns seine Erfahrungen in einer so klaren und übersichtlichen Darstellung bekanntgegeben hat.

XVI. Die Gasturbine.

Vorgetragen von ***H. Holzwarth*** *- Mannheim.*

Das Problem der Gasturbine läßt sich sehr kurz und einfach skizzieren. Gemische aus gasförmigen Brennstoffen und Luft bezw. aus flüssigen Brennstoffen (in Form von zerstäubtem Nebel oder in Dampfform) und Luft werden zur Verbrennung gebracht. Die dem Brennstoff innewohnende Energie muß auf eine solche Weise frei werden, daß die Abgase unter möglichst hohen Druck gesetzt werden. Dieses Druckgefälle gegenüber der äußeren Atmosphäre wird dann ausgenutzt in der eigentlichen Turbine.

Die parallelen Vorgänge im Dampfturbinenbetrieb sind: Der Brennstoff wird unter dem Dampfkessel zur Verbrennung gebracht. Der Wärmeinhalt des Brennstoffes muß so frei werden, daß die Abgase eine möglichst hohe Temperatur erreichen, damit möglichst viel von der erzeugten Wärme zur Dampferzeugung Verwendung finden kann.

Das Druckgefälle des Dampfes gegenüber der äußeren Atmosphäre wird dann in der eigentlichen Dampfturbine ausgenutzt.

Man darf also die Gasturbine nicht vergleichen mit der Dampfturbine allein, sondern mit der Dampfturbine plus Dampfkessel.

Aus der Entwicklungsgeschichte der Gasturbine ergibt sich, daß zwei Wege zur Lösung des Problems eingeschlagen wurden:

Das Gasluftgemisch wird unter dem höchsten Verbrennungsdruck der Verbrennungskammer zugeführt und dort kontinuierlich verbrannt. Der Auslaß der Kammer ist als Düse ausgebildet, in welcher die gespannten Abgase entspannt werden, eine hohe Strahlgeschwindigkeit annehmen und damit die eigentliche Turbine betreiben.

Dies ist der Vorschlag von Lemale Fig. 1 und Fig. 2.

Der Unterschied des eigentlichen Verbrennungsprozesses von Lemale gegenüber dem reinen Heizprozeß im Dampfkessel ist nur der, daß hier das Gasluftgemisch unter Druck verbrennt. Das hindert aber keineswegs, daß sich der



Prozeß als reiner **Heizprozeß** abwickelt, d. h. daß weitaus der größte Teil der freigewordenen Wärme an die Wandung ausgestrahlt wird, und diese auf die höchste Verbrennungstemperatur bringt. Dagegen hilft keinerlei Isolierung. Es muß also der eigentliche Verbrennungsraum gekühlt werden. Dann hat man wieder den Dampfkessel. Diese Verhältnisse werden schon schärfer erkannt in einem der Vorschläge von Semmler.

Gasturbine Lemale. Schnitt durch Maschine.

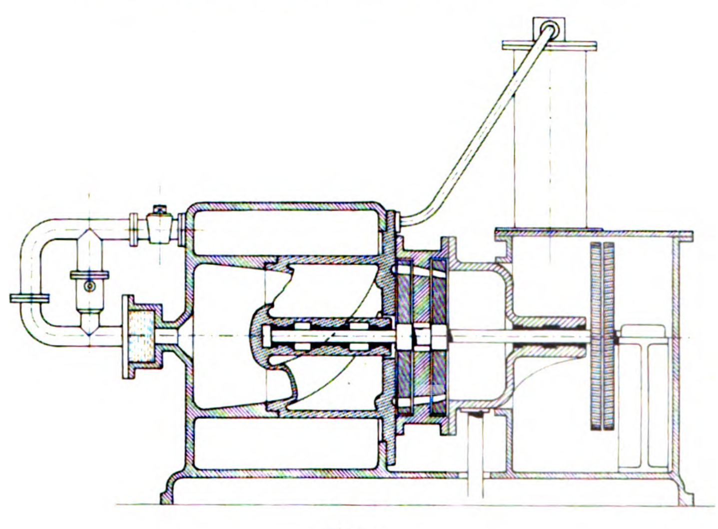


Fig. 1.

Gasturbine Lemale. Schnitt durch Verbrennungskammer.

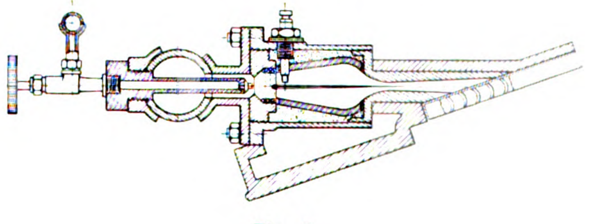


Fig. 2.

Fig. 3. Hier ist die Verbrennungskammer in einen Dampfkessel eingebaut, damit die hohen Temperaturen von der eigentlichen Gasturbine ferngehalten werden. Damit natürlich auch weitaus der größte Teil der frei gewordenen Energie.

Den andern Weg zur Lösung des Problems haben wir eingeschlagen; die ersten Patente reichen bis zum Jahre 1903 zurück.

Es ist die Explosionsturbine.

Die Verpuffungskammer wird intermittierend mit dem Gasluftgemisch gefüllt; es erfolgt die Zündung und Verpuffung und Drucksteigerung der Abgase, anschließend die Expansion durch die Düse zur eigentlichen Turbine und dann eine weitgehende Spülung und Kühlung der Verpuffungskammer mit frischer Luft. Wie unsere Versuche und Untersuchungen zeigten, läßt sich die

Vorschlag von Semmler.

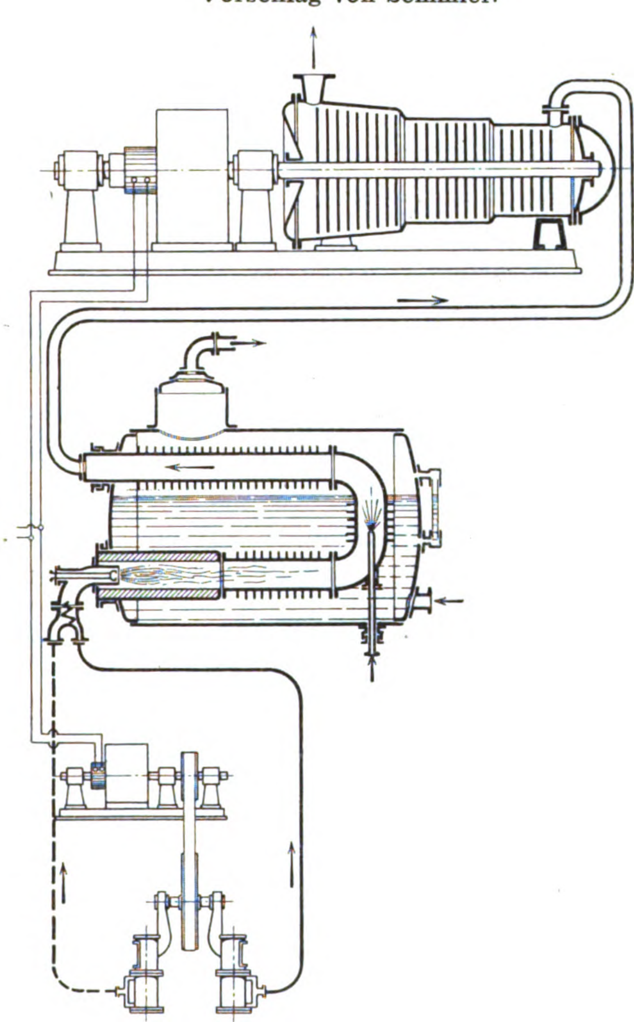


Fig. 3.

Schematischer Schnitt durch Gasturbine Holzwarth-Junghans.

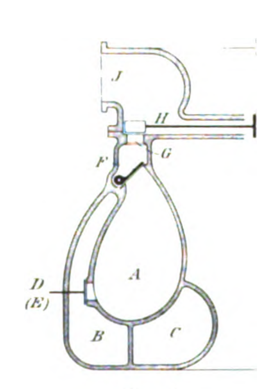


Fig. 4.

Explosionsturbine praktisch nur durchführen, wenn im Prinzip folgende Anordnung gewählt wird:

Fig. 4.

A ist die Verbrennungskammer,

B der vorgelagerte Luftbehälter,

C der vorgelagerte Gasbehälter,
D ein gesteuertes Einlaßventil für Luft,
E „ „ „ „ Gas resp. bei Ölturbinen ein Zerstäubungsventil für den flüssigen Brennstoff,
F ein Düsenventil, bezw. Düsenklappe,
G die Düse,
H das Laufrad,
I der Auspuff.

Solcher Verbrennungskammern sind mehrere im Kreise angeordnet. Ihre Beschickung erfolgt in bestimmter rhythmischer Reihenfolge:

Durch je einen Kompressor irgendwelcher Art, angetrieben auf irgendwelche Art, werden die Behälter B und C mit Luft bezw. Gas von geringer Spannung gefüllt gehalten resp. wird durch einen Exhaustor J unter Unterdruck gehalten. Durch die Einlaßventile D bezw. E gelangen Luft und Gas in den Verbrennungsraum A, und zwar nacheinander. Nachdem A mit Luft gefüllt ist, wird Gas eingeblasen; durch die erzeugte Wirbelung findet innige und gleichmäßige Mischung beider statt. Während dessen bleibt Düsenventil F geschlossen. Unmittelbar nach erfolgter Zündung wird F durch den Explosionsdruck aufgestoßen und die Gase müssen sich beim Durchgang durch die anschließende Düse G auf eine solche Geschwindigkeit beschleunigen, daß die erlangte Geschwindigkeitsenergie der in den explodierten Gasen enthaltenen disponiblen Energie entspricht.

Diese Geschwindigkeitsenergie wird im Laufrad H ausgenutzt.

Die entspannten Gase strömen durch J ab.

Nach erfolgtem Durchströmen der expandierenden Gase wird Düsenventil F steuernd geschlossen, und zwar so langsam, daß die durch D nun eintretende Spülluft genügend Zeit findet, die Kammer A zu reinigen und der Turbine genügend Kühlluft zuzuführen.

Fig. 5 und 6 zeigen die Konstruktion *unserer ersten Betriebsgasturbine*. Sie verwertet gewöhnliches Kraftgas (Sauggas) von 1100 bis 1200 WE pro cbm, also armes Gas und ist gebaut für eine Maximalleistung von 1000 PS bei 3000 Touren. Mit dieser Maschine wurden im laufenden Jahre die hauptsächlichsten Untersuchungen und Versuche gemacht.

Auf dem *Verpuffungskammerring* baut sich auf die Laterne für die Dynamo, mit dem unteren Halslager für die Turbinenwelle; auf die Laterne ist die Dynamo aufgesetzt und auf diese der obere Lagerbock mit dem oberen Halslager und dem Spurlager.

Die Turbinenwelle hängt also von oben frei nach unten.



Längsschnitt durch 1000 PS Gasturbine n = 3000.

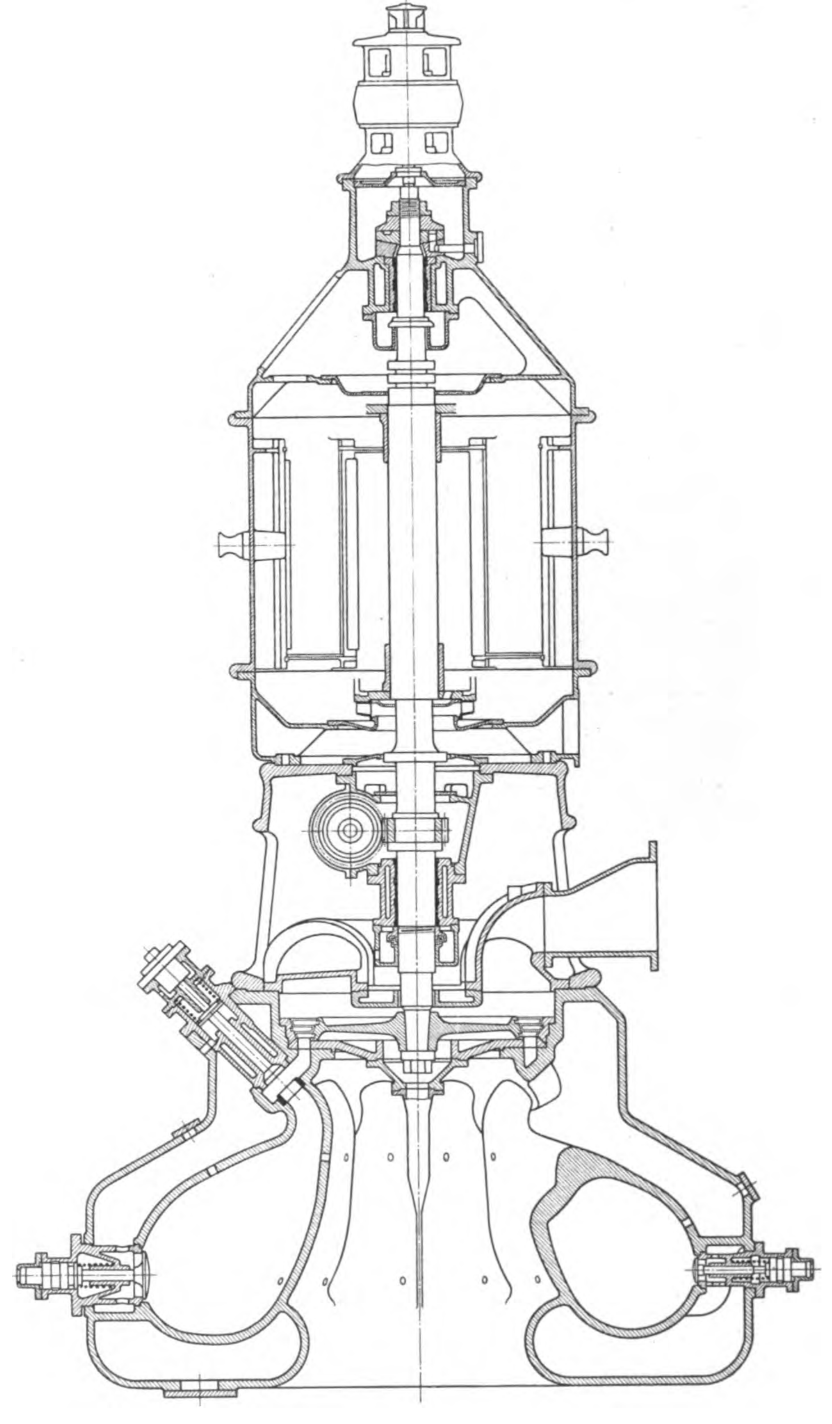


Fig. 5.

Das Laufrad ist fliegend angeordnet.

Die Welle tritt durch den Turbinendeckel ohne Stopfbüchse; auf dem Turbinendeckel stützt sich kein anderes Konstruktionselement.

Laufrad und Dynamorotor sind auf eine durchgehende steife Welle aufgekeilt, ohne Zwischenkupplung. Fig. 7.

Ein erschütterungsfreier Betrieb wurde von Anfang an erzielt bei allen Tourenzahlen und bei Erwärmungen des Turbinendeckels bis auf 500 ° C. Das verdanken wir wohl einzig dem Umstand, daß Rotor und die Lagerstellen sich gleichmäßig und zentral ausdehnen bei eintretenden Erwärmungen.

Der Verpuffungskammerring enthält alle Organe zur Durchführung des eigentlichen Verpuffungsprozesses. Er umfaßt die sämtlichen im Kreise angeordneten Verpuffungskammern, die Gasdruckkammer, Führungen für die Luft, bezw. wenn zusätzlich mit Wasser gekühlt wird, Kühlwasserführungen, die Gas- und Lufteinlaßventile, die Düsenventile. Vor den Auslaßöffnungen der Verpuffungskammern sind die Düsen gelagert. Die Umkehrschaufeln sind ebenfalls gegen den oberen Teil des Verpuffungskammerrings geschraubt. Der obere Kopfflansch des Verpuffungskammerrings trägt die Laterne und gegen ihn ist auch der Turbinendeckel verschraubt, der Verbindung mit dem Auspuffrohr besitzt.

Ansicht der 1000 PS Gasturbine.

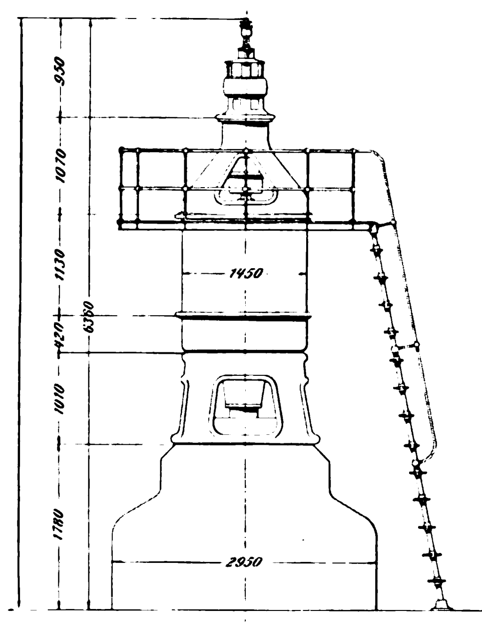


Fig. 6.

Den Verpuffungskammern gibt man am zweckmäßigsten ellipsoidische Gestalt. Das untere Ende wird eingedrückt; das obere zum Düsenventil ausgezogen. Im unteren Teil sind die Öffnungen für das Luft- und Gasventil.

Aus diesem Grunde wird zweckmäßigerweise der Teil des Kammerrings, von welchem aus die Kammern mit Luft bezw. Gas beschickt werden, zusammengegossen mit den einen am untern Ende zweckmäßigerweise geschlossenen Ring bildenden Verpuffungskammern.

Als Material wird vor allem Gußeisen in Betracht kommen. Da die auftretenden Drücke entfernt nicht so hoch sind wie in den Kolbenmaschinen, 10 resp. 30 Atm. und Vorzündungen infolge der selbsttätigen Öffnungsmöglichkeit des

Düsenventils keinerlei Schaden anrichten können, auch die Kugel resp. Ellipsoidform der Verpuffungskammer an und für sich geeigneter ist zur Aufnahme der Explosionsdrücke als Zylinder mit ebenen Wandbegrenzungen, so ist klar, daß der Verpuffungskammerring bezüglich der reinen Festigkeitsverhältnisse weniger Schwierigkeiten bietet und relativ geringere Wandstärken erfordert als der reine Zylinder.

Zum Beispiel wiegt der Verpuffungskammerring für eine 1000 P S Gasturbine etwa 17 000 kg; die ganze Gasturbine ohne Dynamo und Gebläse wiegt etwa 25 000 kg; das sind außerordentlich bescheidene Gewichte gegenüber 140 000 kg der 1000 PS Gaskolbenmaschine o h n e Schwungrad.

Photographie des Rotors.

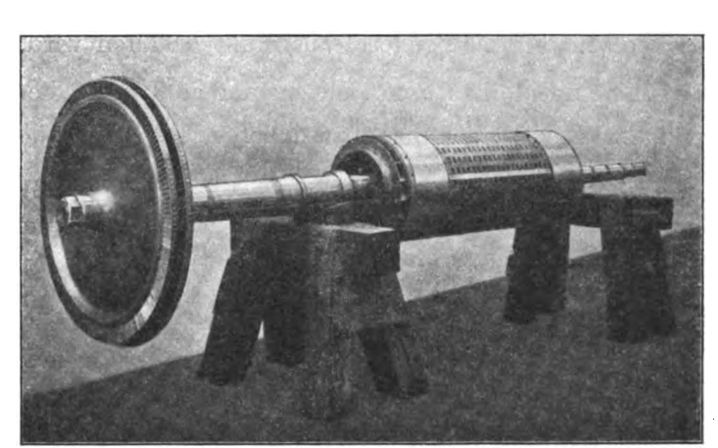


Fig. 7.

Die L u f t - u n d G a s v e n t i l e haben den Zutritt von Luft bezw Gas zur Verpuffungskammer zu regeln. Es sind also ebensoviele Luft- bezw. Gasventile anzuordnen, als es Verpuffungskammern sind.

Bei dieser Vielheit von Organen, die an und für sich einfach sind, ist auf die Einfachheit und Betriebssicherheit des Bewegungsmechanismus der Ventile besonders Sorgfalt zu verwenden.

Die einfachsten und betriebssichersten Verhältnisse erzielt man unstreitig nicht mit der bei Kolbenmaschinen allgemein üblichen mechanischen Steuerung, sondern mit einer hydraulischen, der Ölsteuerung. Dabei entfallen oszillierende Hebel, Bolzen, Exzenter usw. vollständig und es verbleiben nur die das Ventil bewegenden Kolben, angetrieben durch Drucköl, gesteuert durch einen rotierenden Steuerölverteiler.



Die bauliche Anordnung der mit Öldruck gesteuerten Ventile wird nicht wesentlich komplizierter, wenn dieselben mit einer Einrichtung für die Aussetzerregulierung ausgestattet werden, sofern diese auch mittels Drucköls betätigt wird, das eben unter Kontrolle des Regulierorganes steht.

Die für Ölsteuerung und Ölregulierung eingerichteten Ventile bestehen in der Hauptsache aus dem Ventilkörper, welcher gegen die Paßflächen des Verpuffungskammerrings geschraubt wird.

Der Ventilteller legt sich gegen den Ventilsitz dieses Ventilkörpers; die Ventilspindel bewegt sich in einer Büchse des Ventilkörpers und trägt am andern Ende einen Kolben. Dieser Kolben ist in einem Hohlkolben frei verschiebbar. Der Hohlkolben wird im Ventilkörper durch das Steueröl bewegt; seine Bewegung wird auf den Ventilkolben übertragen, wenn der Zwischenraum zwischen Hohlkolben und Ventilkolben durch Regulieröl ausgefüllt gehalten wird.

Das Düsenventil hat ganz allgemein den Zweck, die Verpuffungskammer während der Gasbeschickung abzuschließen.

Es wird durch die Explosion zweckmäßigerweise selbsttätig geöffnet und während der darauffolgenden Expansion und Spülpause durch Steueröl wieder am zweckmäßigsten offen gehalten.

In der Hauptsache besteht das Düsenventil aus dem eigentlichen Ventilkörper, dem Ventil mit Spindel, dem Federteller mit Feder und dem Steuerkolben. Letzterer bewegt sich im Druckölzylinder.

Die Feder drückt das Ventil in geschlossenem Zustand gegen den Ventilsitz in der Verpuffungskammer so stark, daß während der Beschickung eben kein Gas entweichen kann. Nach erfolgter Zündung tritt Drucköl unter den Kolben und hält denselben oben und damit das Ventil offen, bis die Spülung beendet ist.

Fig. 8. Die horizontale Regulatorwelle ist in einem Gehäuse gelagert, das seitlich an die Laterne angeschraubt ist. Ihren Antrieb erhält sie durch ein Schraubenräderpaar zwischen dem unteren Halslager und der Dynamo.

Auf der Regulatorwelle sind aufgekeilt der Hauptregulator, der Sicherheitsregulator, welcher in sehr einfacher Weise die Zündung abstellt, der Tachometerantrieb, der Schraubenradantrieb des senkrecht angeordneten Steuerölverteilers und der Antrieb der Zündmaschinen.

Das eigentliche Steuerorgan ist der rotierende Steuerölverteiler.

Jedem System von Ventilen, allen Düsenventilen, allen Luft- und Gasventilen gemeinsam ist je ein Rotor.



Diese Rotoren sitzen einzeln oder gemeinsam auf einer Welle, welche sich mit der Winkelgeschwindigkeit dreht, welche der Zahl der Zyklen pro Kammer entspricht.

In dem Stator des Ölverteilers sind in gleichmäßigen Abständen axiale Schlitze angebracht, welche mit den Steueröldruckräumen der Ventile kommunizieren. Das Drucköl wird dem Rotorinnern zugepumpt. Von da fließt es durch einen Schlitz im Rotor nacheinander zu den Schlitzen im Stator und

Schnitt durch Regulatorwelle.

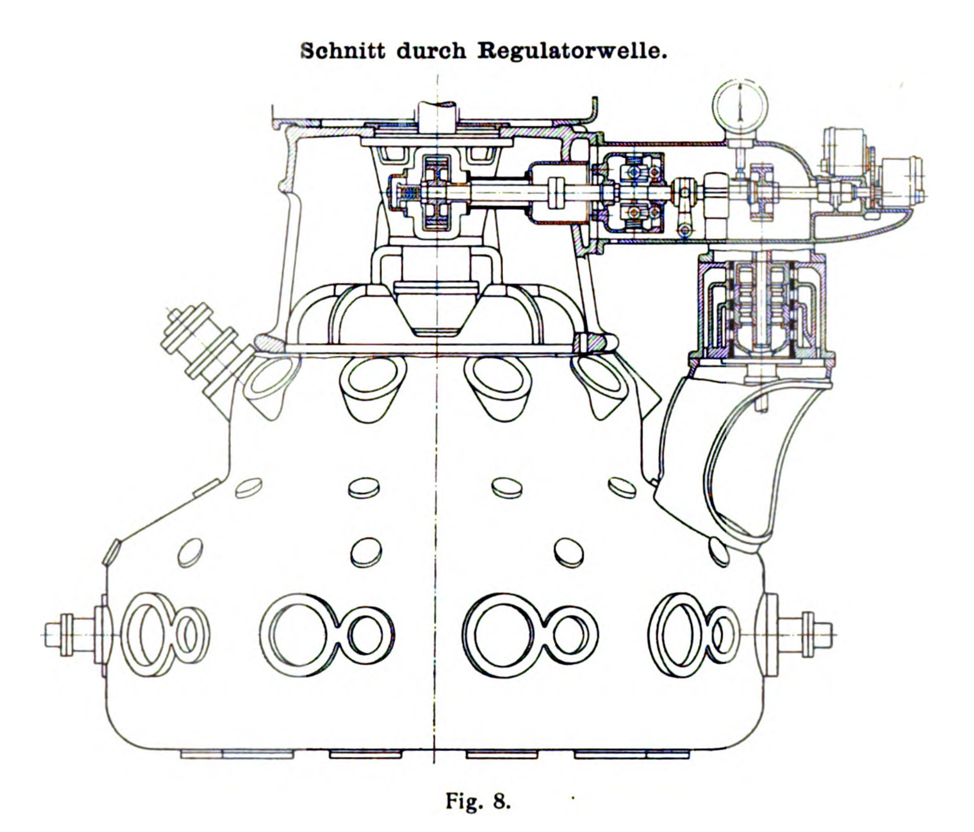


Fig. 8.

von da zu den Ventilen. Diese werden dadurch in ganz bestimmtem Rhythmus gesteuert. Gibt der Rotor den bestimmten Schlitz wieder frei, so strömt das Öl unter dem Einfluß der Ventilfeder zurück in den Raum oberhalb des Verteilers und von da zur Pumpe.

Fig. 9. Das *Gasdrosselventil* mit dem *Regulierorgan* für die *Aussetzerregulierung* ist ebenfalls an den Verbrennungskammerring angeschraubt.

Die Muffe des Regulators steht in zweckmäßiger Verbindung mit dem horizontalen Hebel der eigentlichen Reguliervorrichtung.

Diese besteht im Prinzip aus einem Servomotor mit Druckölbetrieb, dem Drosselventil und der Aussetzerregulierung.

Der Servomotor besteht in bekannter Weise aus dem Gestänge, dem Kolbenschieber und dem eigentlichen Hilfsmotor. Die Kolbenstange drückt nach unten auf die Spindel des Drosselventils, ohne in starrem Zusammenhang damit zu sein. Nach oben trägt die Kolbenstange einen kleinen Steuerkolben für die Aussetzerregulierung.

Das Drosselventil weicht von der normalen Bauart darin ab, daß es durch Federdruck geöffnet wird; die Drosselventilspindel folgt der Servomotorkolbenstange nur auf einem Teil des Hubs der letzteren, der Hub ist nämlich der Aussetzerregulierung wegen ziemlich groß, und es wäre zwecklos, denselben Hub dem Drosselventil zu geben.

Schnitt durch Gasdrosselventil und Aussetzerregulierung.

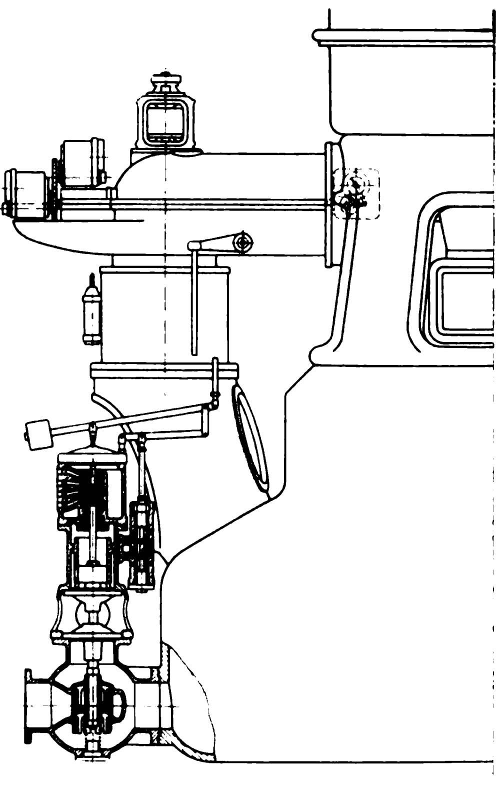


Fig. 9.

Die Aussetzerregulierung besteht darin, daß der kleine Steuerkolben durch die Servomotorkolbenstange verstellt wird. Er bewegt sich in einer Büchse mit seitlichen Durchbohrungen, welche mit den Regulierölräumen der Gas- und Luftventile kommunizieren.

Unter dem kleinen Steuerkolben befindet sich Drucköl, über demselben kann das Öl frei abfließen. Je höher also der Steuerkolben steigt, um so mehr Schlitze werden unter Drucköl gesetzt, um so mehr Kammern werden arbeiten.

Fig. 10. Bei der Gasturbine mit horizontaler Welle werden Luft und Gasventile an der Stirnfläche des Verpuffungskammerringes angeordnet, nicht am Umfang, wie bei der vertikalen Maschine. Düsenventile (Klappen) werden in das horizontal geteilte Turbinengehäuse eingebaut. Das Laufrad ist fliegend angeordnet und kann durch Abheben des Turbinengehäuseoberteiles zugänglich gemacht werden. Die Welle ist wieder ein Stück mit der Dynamowelle und in

Schnitt durch 1000 PS horizontale Gasturbine.

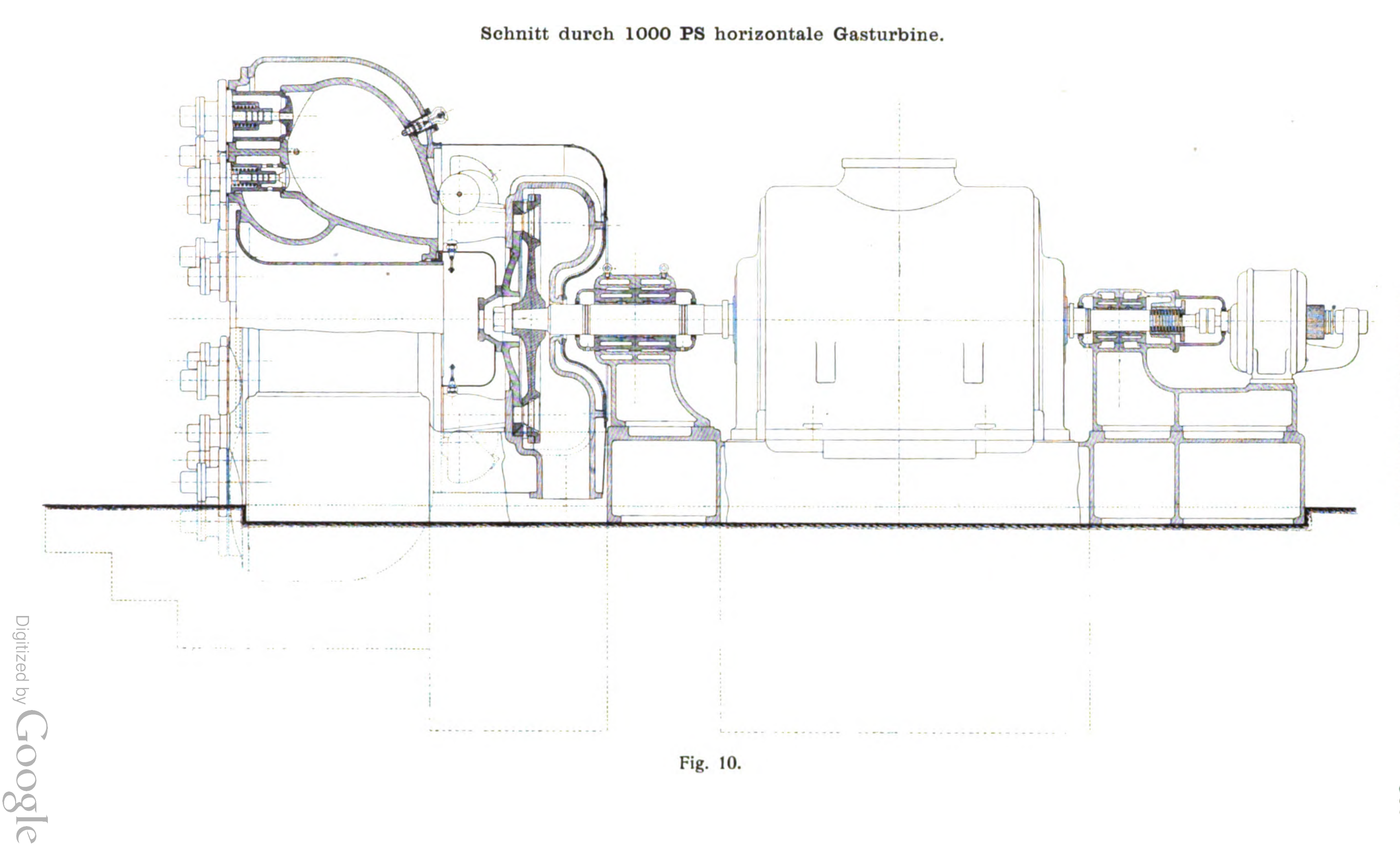


Fig. 10.

2 Hauptlagern zu beiden Seiten der Dynamo gelagert. Der Regulator wird im Lagerbock zwischen Gasturbine und Dynamo untergebracht.

Auch bei dieser Anordnung ist ein erschütterungsfreier Betrieb gewährleistet, dadurch, daß die Welle keine Teile berührt, welche sich anders ausdehnen können als die Lagerkörper. Beim Austritt aus dem Turbinengehäuse kann bei Exhaustorbetrieb der Welle reichlich Spiel gegeben werden, so daß keinerlei Stopfbüchse nötig ist.

Fig. 11 zeigt die Außenansicht derselben Maschine.

Fig. 12 zeigt die Zusammenstellung der ganzen Anlage für die erste Betriebsgasturbine, einschließlich der Gasanlage und des Regenerators.

Außenansicht der horizontalen Maschine.

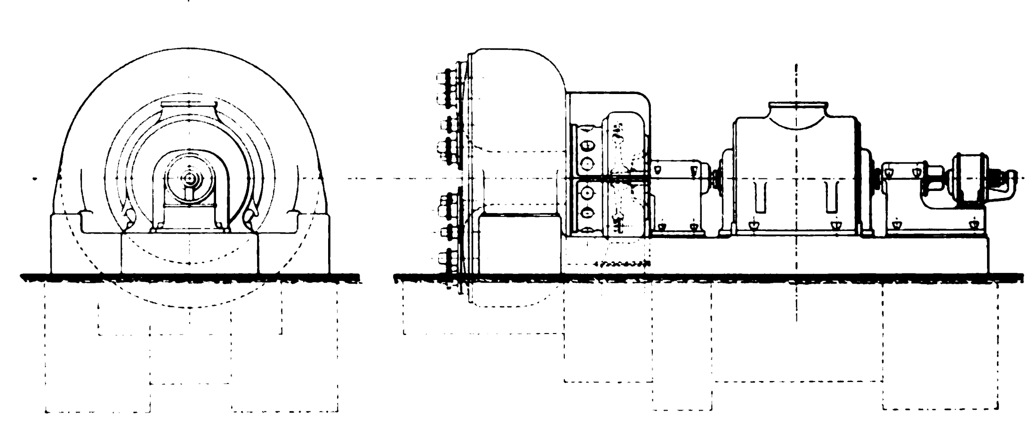


Fig. 11.

Fig. 13, 14, 15 zeigen Photographien dieser Maschinenanlage in den Werkstätten von Brown, Boveri & Co. in Mannheim.

Mit der Theorie der Gasturbine muß ich mich an dieser Stelle natürlich aufs kürzeste befassen.

Der wie in der Dampfturbine offene Prozeß nimmt folgenden Verlauf:

Fig. 16. Unmittelbar vor der Zündung befindet sich in der Verpuffungs- oder Verbrennungskammer das Gasluftgemisch im Zustand (p_0 v_0 T_0).

Durch die an verschiedenen Stellen gleichzeitig eingeleitete Zündung wird das Gasluftgemisch verbrannt oder verpufft und kommt dadurch in den Zustand (p_1 v_1 T_1).

Es wird dabei vorausgesetzt, daß einmal diese Reaktion gesetzmäßig verlaufe (nicht stürmisch durch Explosionswelle, Explosionsstoß), zum andern, daß die gesamte verfügbare Wärme während der Verpuffung frei werde.

Zusammenstellung der 1000 PSe-Gasturbinenanlage, einschließlich Gasanlage und Regenerator.

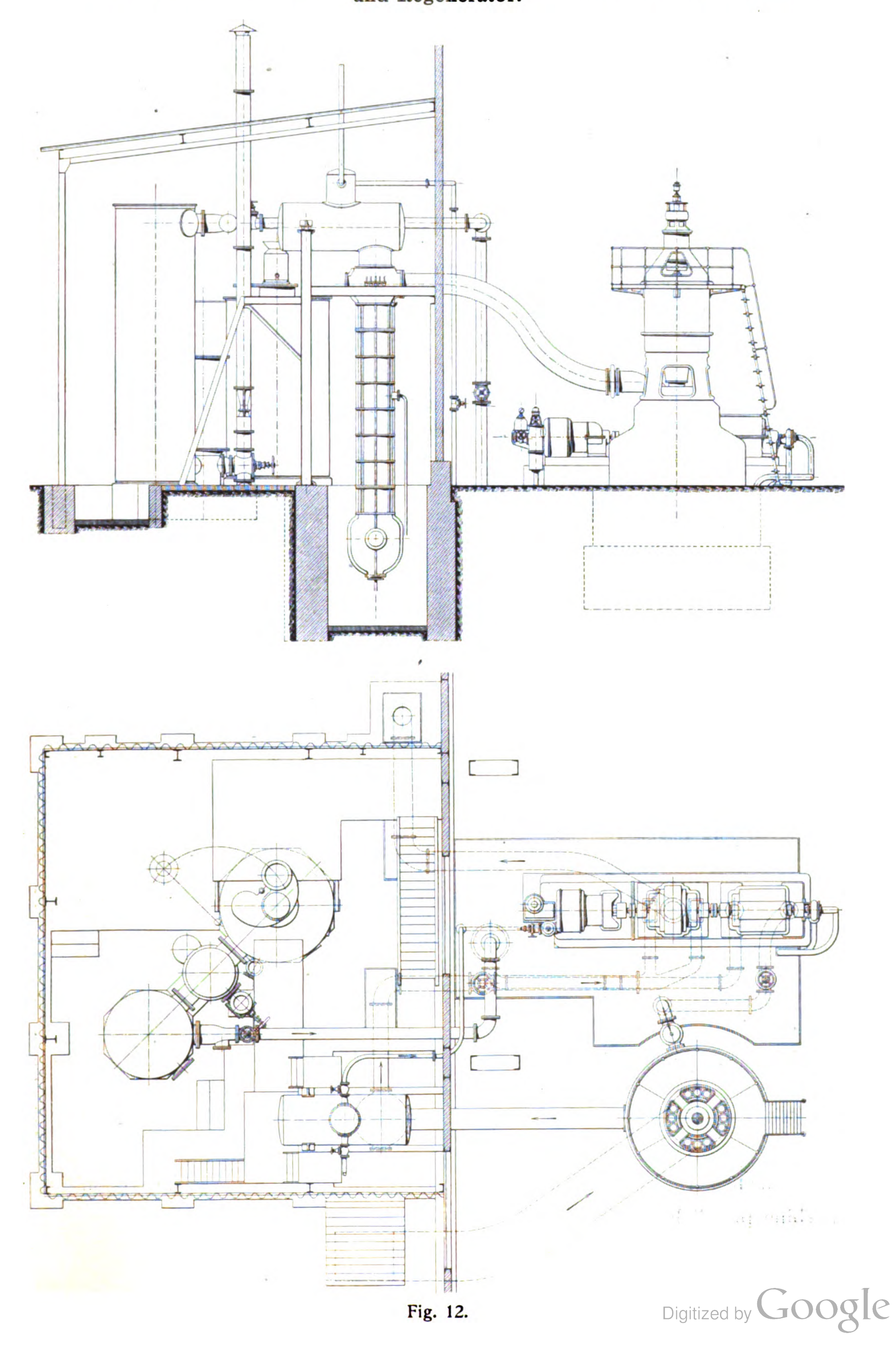


Fig. 12.

Bis zu diesem Moment also spielt sich alles bei konstantem Volumen ab.

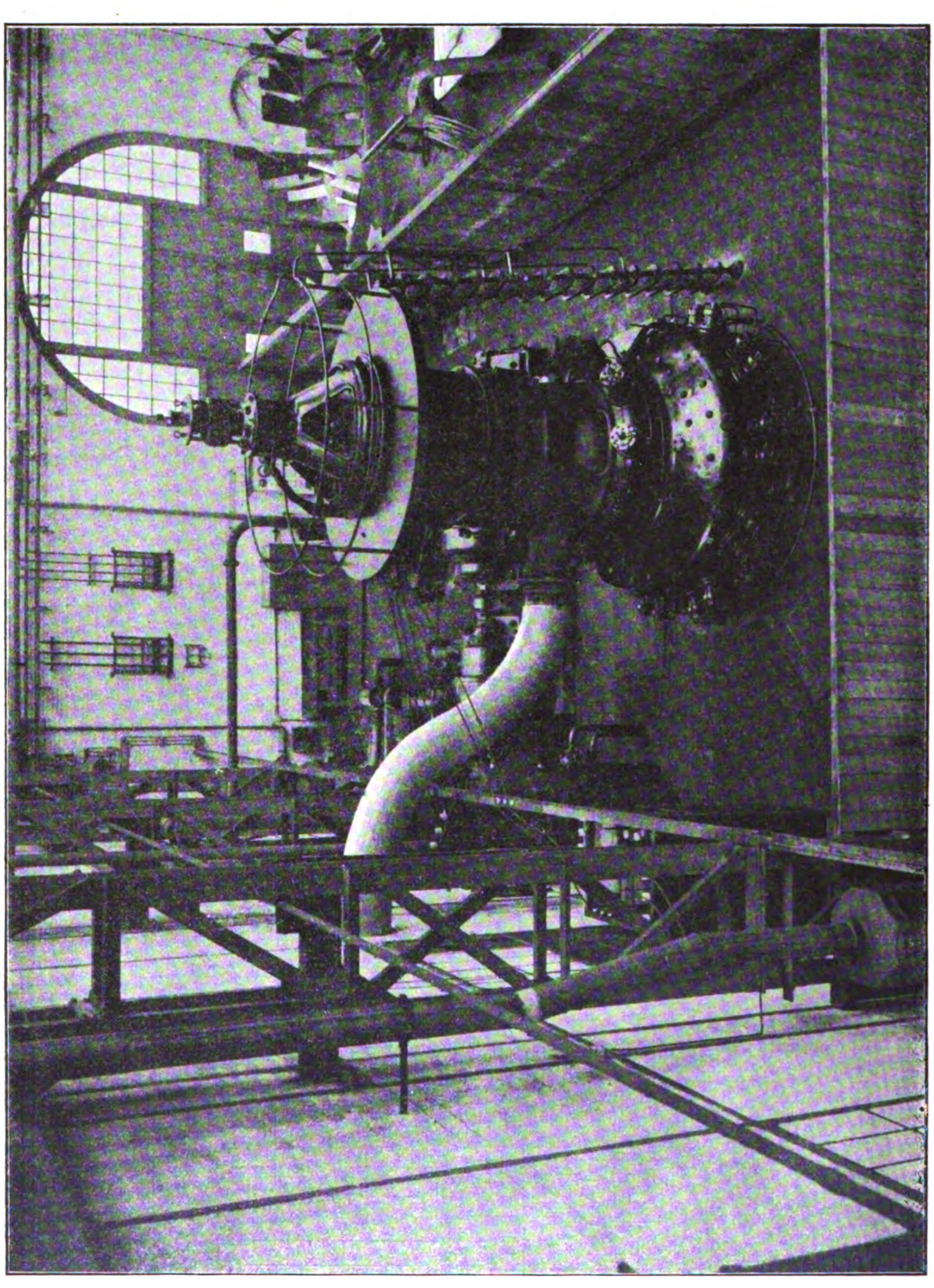
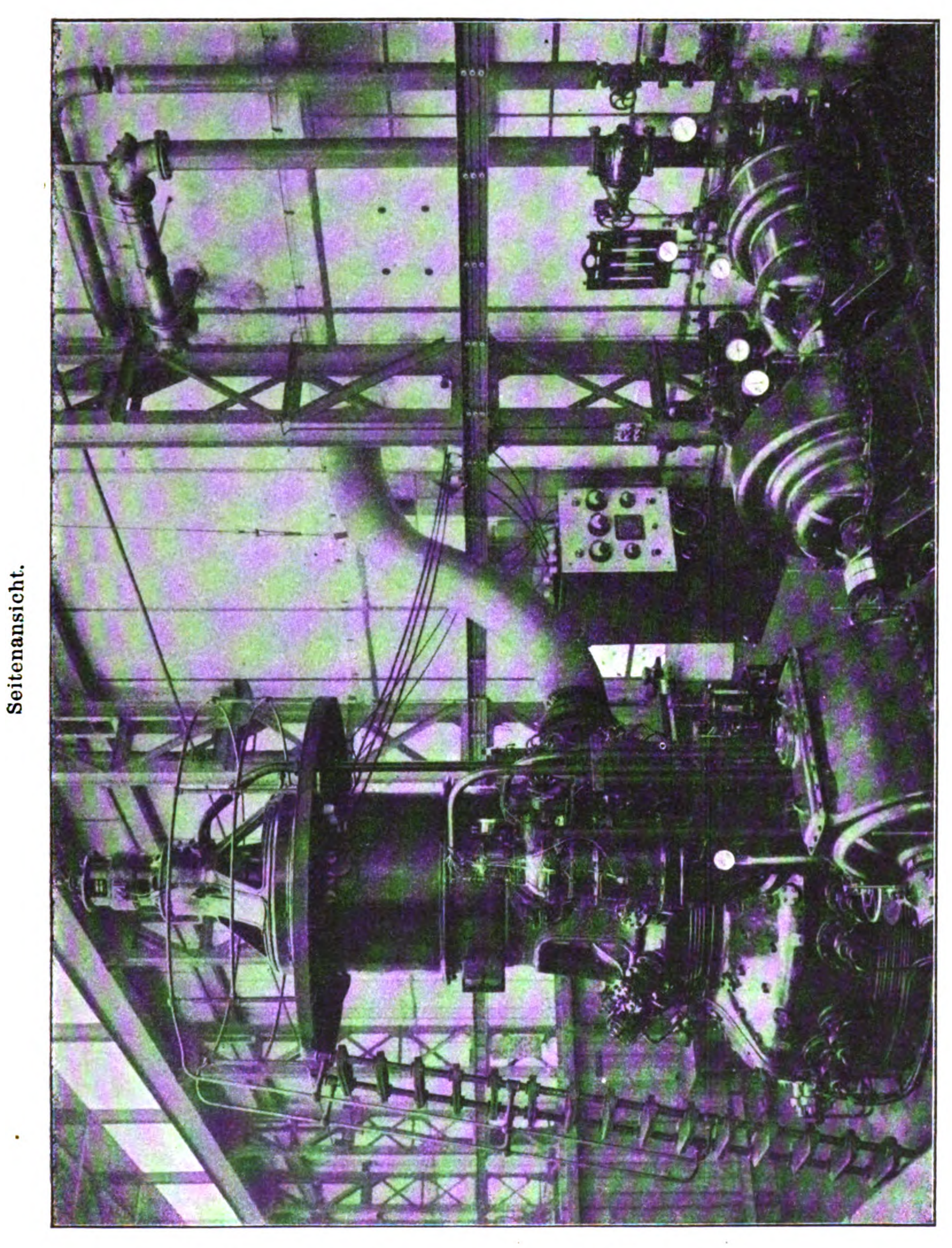


Fig. 13.

Draufsicht auf erste Betriebsgasturbine.

Nach Erreichung des Zustandes (p_1 v_1 T_1) werde die Verbindung mit der Turbine plötzlich geöffnet.

Die hochgespannten Gase werden also nunmehr auf den hinter der Düse herrschenden Zustand (p_2 v_2 T_2) herunterexpandieren und gleichzeitig ihr disponibles Arbeitsvermögen in Geschwindigkeitsenergie umsetzen.



Seitenansicht.

Fig. 14.

In der Turbine selbst wird diese Geschwindigkeitsenergie in mechanische Arbeit umgesetzt.

Im Zustand (p_2 v_2 T_2) verlassen die Gase den eigentlichen Arbeitsprozeß, welcher hinter den Laufrädern beendet ist.

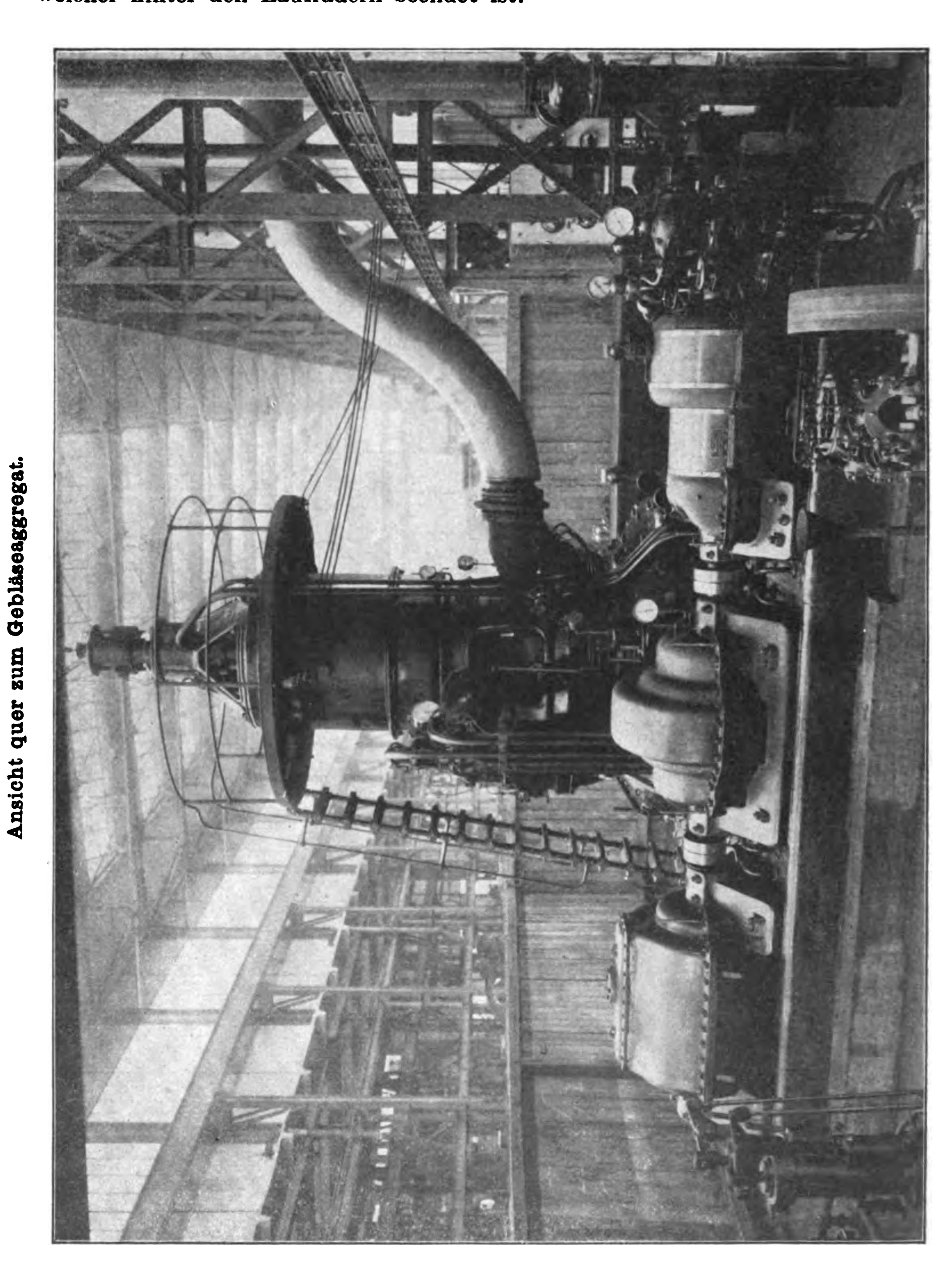


Fig. 15. Ansicht quer zum Gebläseaggregat.

Die Änderungen des Druckes und der Temperatur sowie die Veränderungen des Wärmeinhalts des Gasluftgemisches während dieses Prozesses lassen sich

am klarsten und mühelosesten verfolgen im Entropiediagramm, wie es kurz nach dem Erscheinen des Dieselmotors von Stodola 1898 vorgeschlagen wurde (Z. d. V. d. Ing. 1898, Seite 1045 ff.).

Schematisches Zeitdiagramm.

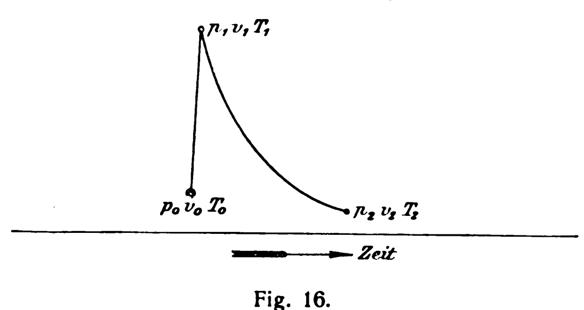


Fig. 16.

Fig. 17. Der Linienzug rechts illustriert den Verlauf des Prozesses im T-S-Diagramm.

Schematisches Entropiediagramm.

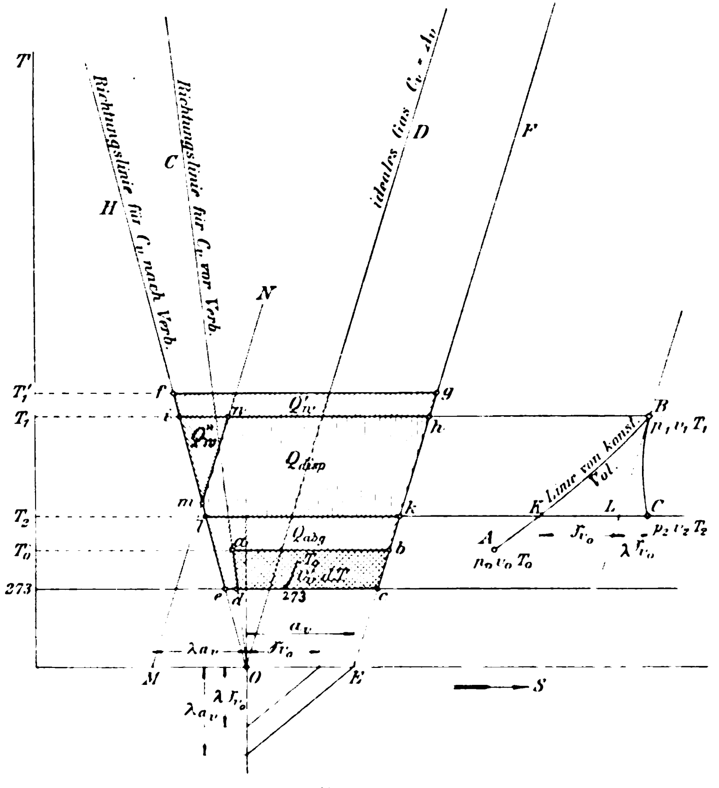


Fig. 17.

Der Anfangszustand (p_0 v_0 T_0) entspricht dem Punkt A; die Verpuffung ist dargestellt durch die Linie AB, eine Linie konstanten Volumens; vom Zustand

(p_1 v_1 T_1) aus, d. h. vom Punkte B aus findet die polytropische Expansion B C nach dem Zustande (p_2 v_2 T_2), d. h. Punkt C statt.

Die schraffierten Flächen links illustrieren die Wärmemengen. Die Fläche a b c d stellt dar den Wärmeinhalt des Gasluftgemisches unmittelbar vor der Zündung, d. h. im Punkt A gegenüber einer Atmosphäre von 0° C.

Die Fläche a d e f g b a stellt dar die Wärmemenge, welche im Brennstoff steckt.

Die Fläche e f g c stellt also dar den gesamten Wärmeinhalt des explodierten Gemisches.

Von dieser Fläche ist abzuziehen die Fläche f g h i entsprechend dem Betrag an Wärme, welche während der Verpuffung an die Wandung ausgestrahlt wird.

Diagramme der alten Parsonsturbine.

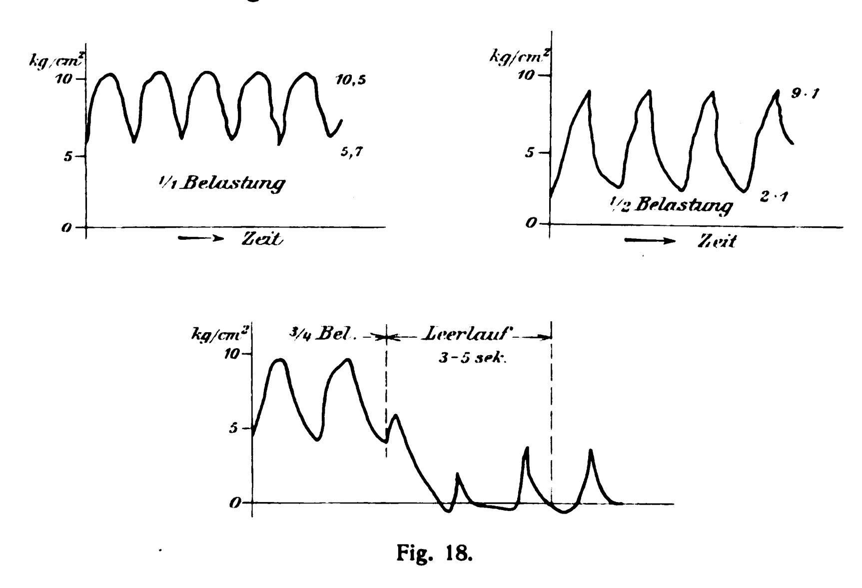


Fig. 18.

Die Fläche i n m stellt dar die Wärme, welche während der nun folgenden Expansion an die Wandung durch Strahlung und Berührung übertragen wird.

Die Fläche n h k l m stellt dar die für den Arbeitsprozeß in der Turbine verfügbare Wärmemenge, und endlich die Fläche l k c e stellt dar die mit den Abgasen aus der Turbine entweichende Abwärme.

Der Wirkungsgrad der Verpuffung ist somit gegeben durch das Verhältnis der Flächen n h k l m zur Fläche f g **b a d** e f.

Dieser Verpuffungswirkungsgrad wird um so größer, je größer das Ausdehnungsverhältnis ε (je tiefer Punkt C) und je geringer die Wärmemengen sind. welche an die Wandungen ausgestrahlt werden.



Er ist mit dem indizierten Wirkungsgrad der Gaskolbenmaschine identisch, wenn davon abgesehen wird, wie das Gasluftgemisch in den Zustand (p_0 v_0 T_0) gebracht wurde und wie die Abgase wieder an die Atmosphäre geschafft wurden.

Der Arbeitsprozeß in der eigentlichen Turbine entspricht dem der alten Parsons Dampfturbine.

Fig. 18. Diese arbeitet mit Dampfpuffs. In bestimmten Zeitintervallen wird der Raum zwischen Einlaßventil und erstem Leitradkranz mit Frischdampf gefüllt, dann wird das Einlaßventil wieder geschlossen oder wenigstens gedrosselt, je nach der Belastung, und dieser Dampf expandiert auf dem Weg durch die Turbine.

Genau so arbeitet die Gasturbine. Im Moment der vollständigen Verbrennung ist die Kammer mit Gasen gefüllt, denen die kinetische Energie Q_{disp} innewohnt.

Schematische Diagramme — intermittierender Betrieb.

Fig. 19.

Schematisches Diagramm — kontinuierlicher Betrieb.

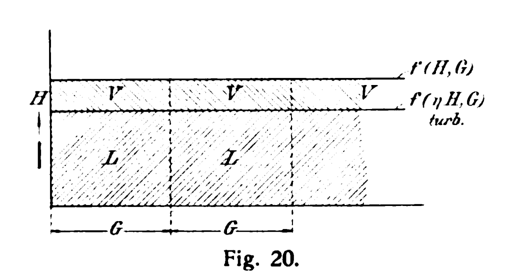


Fig. 20.

Unter diesem Wärmegefäll strömen die Gase mit abnehmender Geschwindigkeit aus, bis das Wärmegefälle ganz ausgeglichen ist.

In Fig. 19 ist dieser intermittierende Prozeß dargestellt:

L repräsentiert die tatsächlich von G kg Ladung geleistete Arbeit, V repräsentiert die Turbinenverluste und L + V die in der verlustlosen Maschine geleistete Arbeit.

Fig. 20 illustriert den kontinuierlichen Strömungsprozeß in der ohne Dampfpuffs arbeitenden Dampfturbine.

Danach ist es gänzlich falsch, die bei intermittierendem Betrieb geleistete Arbeit vergleichen zu wollen mit einer Maschine, bei welcher die ganze Ladung unter dem Höchstgefälle ausströmt.

Ist demnach der Turbinenwirkungsgrad η, so ist der totale Wirkungsgrad

$$\eta_{tot} = \eta \times \eta_{verp}$$

wieder unter obigem Vorbehalt.



Die Untersuchungen über den Spülvorgang, den Ladevorgang, die Gebläsearbeit und die Regeneration lassen sich in folgende Leitsätze zusammenfassen:

Die Luftspülung ist unbedingt erforderlich, um die Mischtemperatur im eigentlichen Turbinenraum auf zuträglicher Grenze zu halten (etwa 400° C).

Im Interesse einer guten wirtschaftlichen Spülung und einer geringen Wärmeausstrahlung an die Wandung der Verbrennungskammer liegt es, eine möglichst große Düsenöffnung anzubringen.

Im Interesse einer wirtschaftlichen Ladung mit Brennstoff liegt es, diese Öffnung während des Ladevorgangs abzuschließen mittels eines Düsenventils.

Das eingangs erläuterte Verfahren erfüllt also die Bedingungen, ohne deren Erfüllung der Gasturbinenprozeß nicht durchzuführen ist.

Die zur Durchführung des Prozesses erforderliche Gebläsearbeit läßt sich aus der Abwärme regenerieren; sie belastet also die Wärmebilanz der Gasturbine nicht.

Die zur Regeneration erforderliche Oberfläche des Regenerators ist nicht größer als die Oberfläche eines Oberflächenkondensators einer Dampfturbine gleicher Leistung.

Das Gebiet der theoretischen Erkenntnisse wurde durch unsere Versuche in wesentlicher Hinsicht erweitert.

Besonders beachtenswert ist der Einfluß der Temperatur des Gemisches vor der Zündung:

Von ihr hängen ab die Art der Zündung, ob gewöhnliche Verbrennung (Verpuffung) oder brisante Explosion (Explosionsstoß); von ihr hängt ferner ab die Stabilität des Prozesses und vor allem der Verpuffungswirkungsgrad; sie ist in erster Linie bestimmend dafür, ob ein reiner motorischer Prozeß sich einstellt, oder der unerwünschte **Heizprozeß**.

Fig. 21 zeigt einige Kurven für Kohlenoxydknallgas.

Dabei sind die Bezeichnungen der physikalischen Chemie benutzt. Unter „Verbrennungsdruck" verstehen wir gemeinhin Verpuffungs- oder Explosionsdruck.

Die unterste Linie zeigt also die Druckverhältnisse vor und nach der Zündung, bei wachsender Temperatur vor der Zündung. Die mittlere Linie zeigt den kritischen Kompressionsdruck in Abhängigkeit von der Temperatur vor der Zündung. Die oberste Linie endlich zeigt den brisanten Explosionsdruck (Explosionswellenspitze), welche erreicht wird, sobald der Druck im Kohlen-



oxydknallgas den kritischen, die momentane, urplötzliche, brisante **Selbstzündung** auslösenden Wert erreicht.

Z. B. Beträgt die Temperatur im Knallgas vor der Zündung 100° C, so wird der Verbrennungs- oder Verpuffungsdruck 7.7 mal so groß sein, als der Anfangsdruck. Er wird erreicht sein in etwa $^3/_{100}$ bis $^6/_{100}$ Sekunden durch regelmäßige Ausbreitung der Flamme.

Explosionswelle co—o Knallgas.

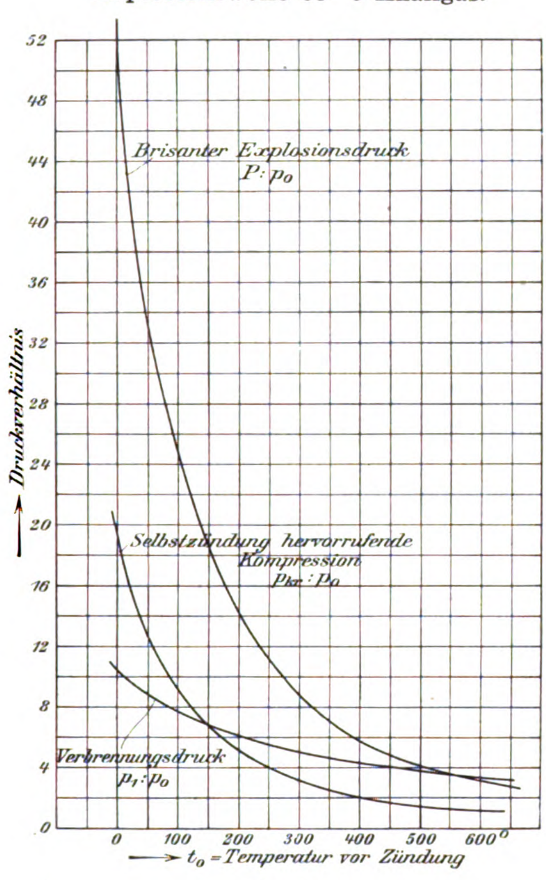


Fig. 21.

Schematische T—p Kurven-Explosionswelle.

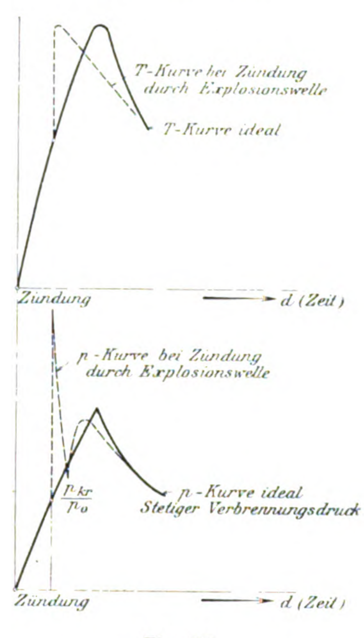


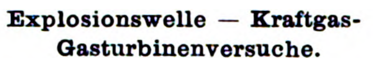
Fig. 22.

Dabei kann der kritische Druck nicht erreicht werden, da bei 100° C dessen Verhältnis zum Anfangsdruck 9,1 ist.

Beträgt die Anfangstemperatur dagegen z. B. 400° C, so wird schon nach regelmäßiger Entzündung der Hälfte des vorhandenen Knallgases die kritische Linie erreicht sein, die verbleibende Hälfte wird spontan verpuffen und dabei einen Stoß bis zum 5,7 fachen Anfangsdruck erzeugen, während der Verpuffungsdruck nur den 4,3 fachen Wert erreicht. Bei 200° kann gar der 14 fache Wert erreicht werden gegenüber dem normalen 6 fachen.

Diese ganz unerwartete und nicht immer willkommene Drucksteigerung bringt aber nicht die entsprechende Mehrleistung mit sich, da sie nur stoßartig wirkt, ohne Zeitwirkung.

Fig. 22 illustriert diesen Vorgang.



Explosionswelle — Kraftgas-Gasturbinenversuche.

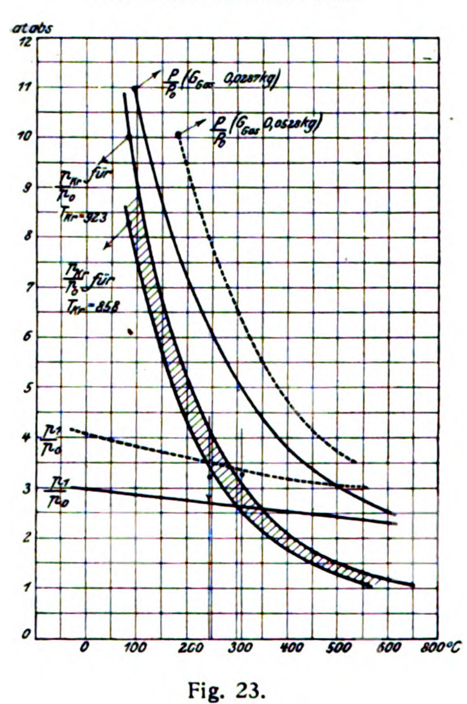


Fig. 23.

Fig. 23 zeigt dasselbe für das bei den Versuchen verwendete Kraftgas, für zwei verschieden große Ladungen und für einen Zündbereich zwischen

$$T_{kr} = 858 \text{ bis } 923° \text{ C abs.}$$

Fig. 24 zeigt ein Gasturbinendiagramm mit teilweiser Zündung durch Explosionswelle.

Indikatordiagramm — Explosionswelle.

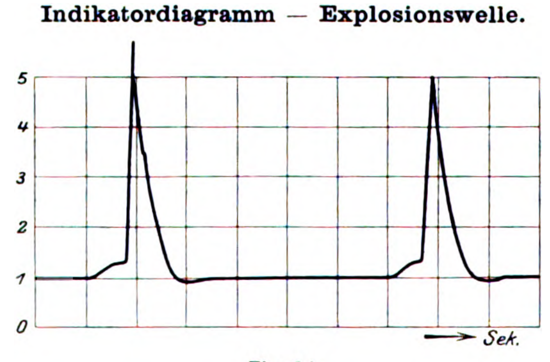


Fig. 24.

Fig. 25 zeigt ein Gasturbinendiagramm mit richtiger Entzündung.

Fig. 26 zeigt ein Gasturbinendiagramm mit Selbstzündung bei kaum begonnener Ladung. Das Gas wird sofort entzündet, sobald die ersten Teile in die also mindestens 600° warme Luft in der Kammer treten (sehr steiler Anstieg der Ladelinie), dadurch findet Druckausgleich vor und hinter dem Gasventil statt, und diese Ladung ist damit erledigt.



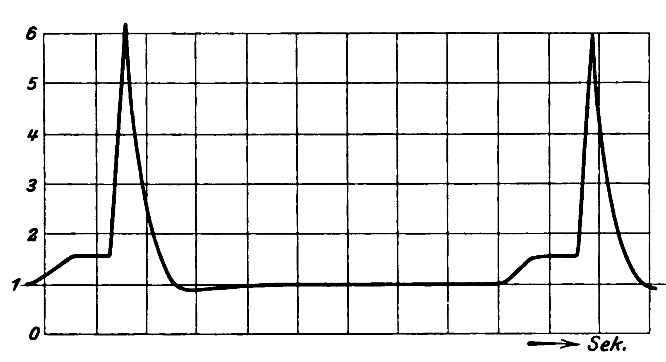


Fig. 25.

Würde mit Gasluft geladen, so würden allerdings weitere unangenehme Folgen sich bemerkbar machen; in sämtlichen gasluftführenden Teilen würden wahrscheinlich eine in diesen Organen unerwünschte Explosion eintreten.

Diese Gefahr ist aber durch das Zuführen von sauerstoffreiem Gas gänzlich ausgeschlossen.

Indikatordiagramm — Selbstzündung.

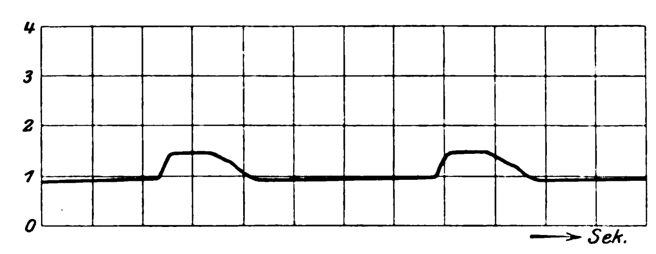


Fig. 26.

Aus Fig. 27 geht klar hervor, welchen hervorragenden *Einfluß* die *Temperatur vor der Zündung* auf den *totalen Wirkungsgrad* hat.

Auch Fig. 28 zeigt dies; aus dem Gebiet des erwünschten motorischen Prozesses gelangt man sehr rasch in das des unangenehmen Heizprozesses.

Fig. 29 zeigt die Abhängigkeit des totalen Wirkungsgrades von der Temperatur vor der Zündung einerseits und von der Ladung andererseits. Es ist eine dreiachsige Darstellung, ein Wirkungsgradberg.

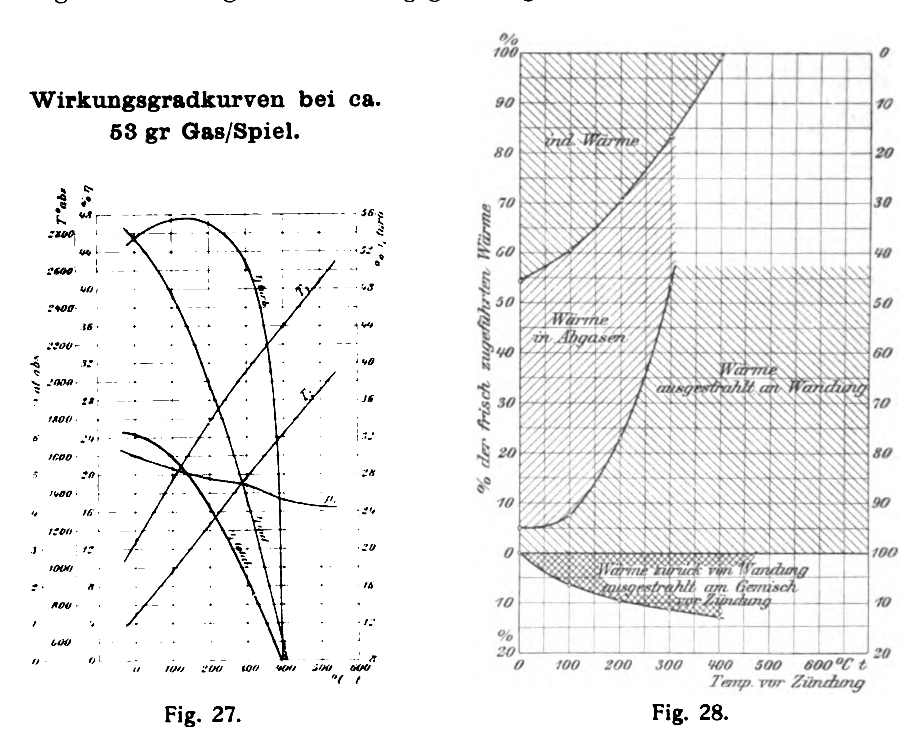


Fig. 27. Fig. 28.

Diese Kurven beziehen sich auf Ausrechnungen, denen Versuche mit unserer ersten Betriebsturbine zugrunde liegen. In den Versuchsberichten wird nochmals darauf Bezug genommen werden

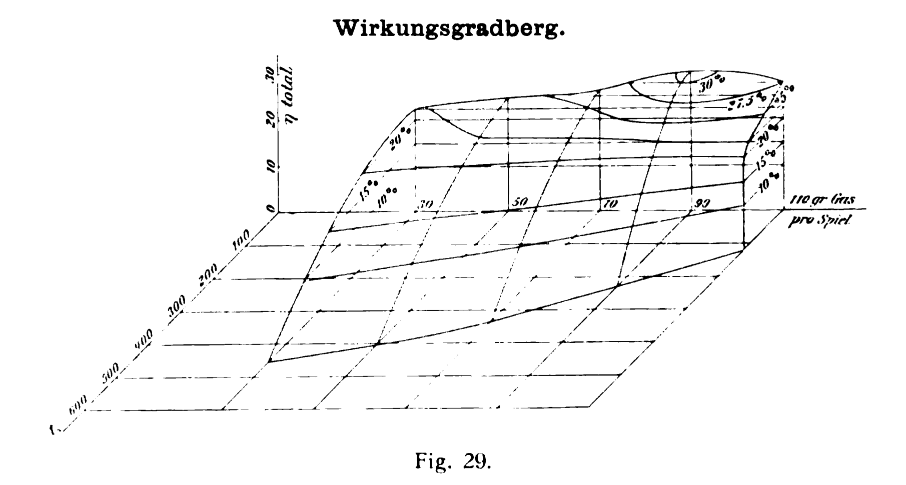


Fig. 29.

Ausführlicher auf die Erkenntnistheorie der Gasturbine einzugehen, verbietet die Zeit und der Rahmen dieses Vortrags.

In Fig. 30 sind, nach bekannten Vorbildern aus der Entwicklungszeit der Dampfturbine, eingezeichnet eine 1000 PS doppeltwirkende Tandem-Viertakt-Gasdynamo und in starken Linien eine 1000 PS Gasturbodynamoanlage, einschl. Gebläse.

Die bedeckten Flächen verhalten sich wie 3,28 : 1, und die gesamten Gewichte inkl. Regenerator wie 4,2 : 1.

1000 PS Gasturbine eingezeichnet in 1000 PS Kolbengasmaschine.

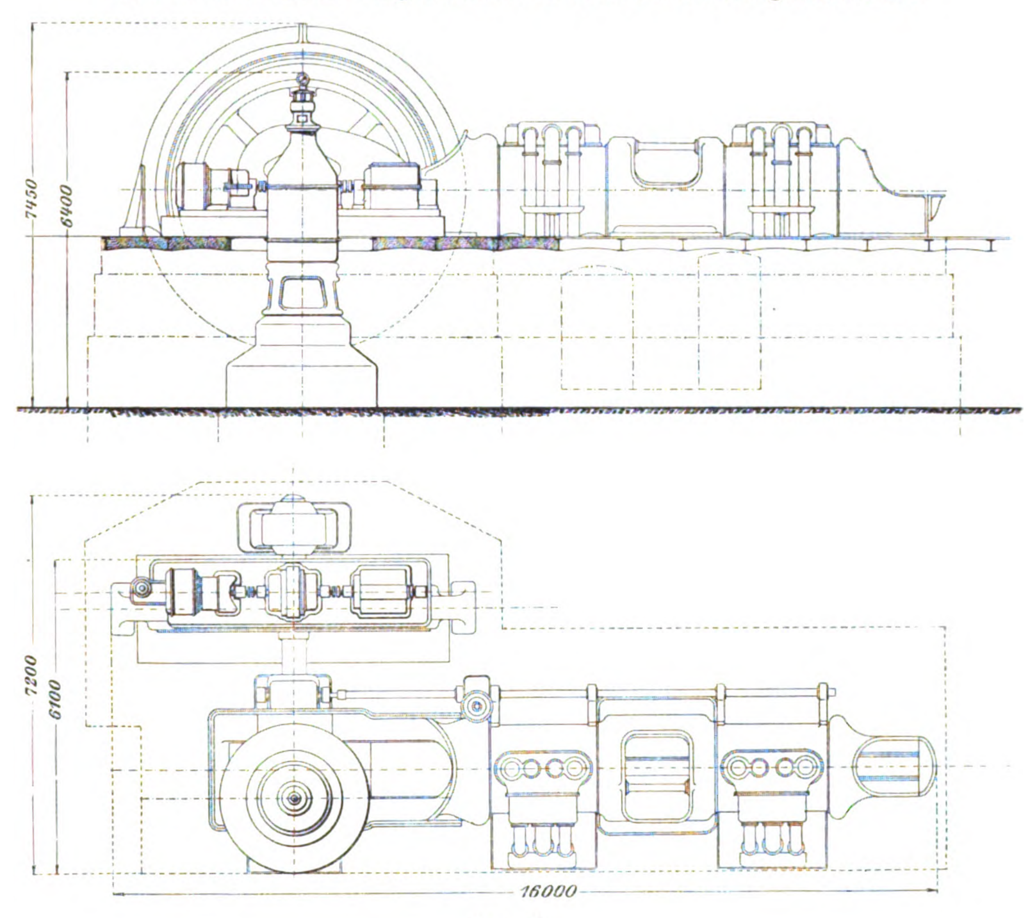


Fig. 30.

Gegenüber der Kolbenmaschine hat natürlich die Gasturbine ferner ganz analog der Dampfturbine die Vorteile absolut stoß- und erschütterungsfreien Ganges, des gänzlichen Wegfalls der teuren Zylinderölschmierung und den Vorteil ganz wesentlich reduzierten Maschinenölverbrauches.

Dabei ist die Schmierung analog der bei der Dampfturbine sicherer und zuverlässiger als bei der Kolbendampfmaschine, da alle beweglichen Teile in Öl schwimmen.

Die Abnutzung der beweglichen Teile ist aus diesem Grunde nicht größer zu erwarten als bei der Dampfturbine.

Eine Abnutzung der Düsen und Schaufeln konnte bis jetzt trotz der vielen Versuche noch nicht im geringsten konstatiert werden. Da Wasser vollständig fehlt und fein verteilte Wassertröpfchen im Dampf vor allem die Ursache der Schaufel- und Düsenabnutzung sind, so ist nicht anzunehmen, daß Düse und Schaufeln der Gasturbine raschere Abnutzung aufweisen werden als diejenigen der Dampfturbine.

Säureeinwirkungen können nicht vorkommen, solange kein Wasser mechanisch in den Prozeß eintritt und solange das im Prozeß sich bildende Wasser nur als hochüberhitzter Dampf auftritt, solange also 100° C nicht unterschritten werden als Temperatur der Abgase.

Die Inbetriebsetzung der Anlage erfordert nicht eine Druckluftanlage wie die Gaskolbenmaschine, dafür Dampf zur Inbetriebsetzung der Gebläse, solange bis der Regenerator den Dampf für das Gebläse liefert.

In Gaskolbenmaschinen ist man bei Leistungen von 3 bis 4000 PS wohl an der Grenze der oberen Leistungseinheit angelangt. Aus dem Gesamtaufbau der Gasturbine kann ohne weiteres geschlossen werden, daß die obere Leistungseinheit für Gasturbinen nicht bedingt ist durch maximal noch zulässige dynamische Kräfte (in der Kolbenmaschinenindustrie rechnet man damit, daß Maschinen mit Kolbenstangenkräften über 300 ts bedenkliche Schwierigkeiten für die Werkstätten bilden), sondern nur durch Rücksichten auf den Transport. Wird aber der Verpuffungskammerring geteilt, so sind äußere Durchmesser von 7—8 m noch zulässig wegen des Bahntransportes, und damit lassen sich Leistungseinheiten von 8000 PS und mehr erzielen.

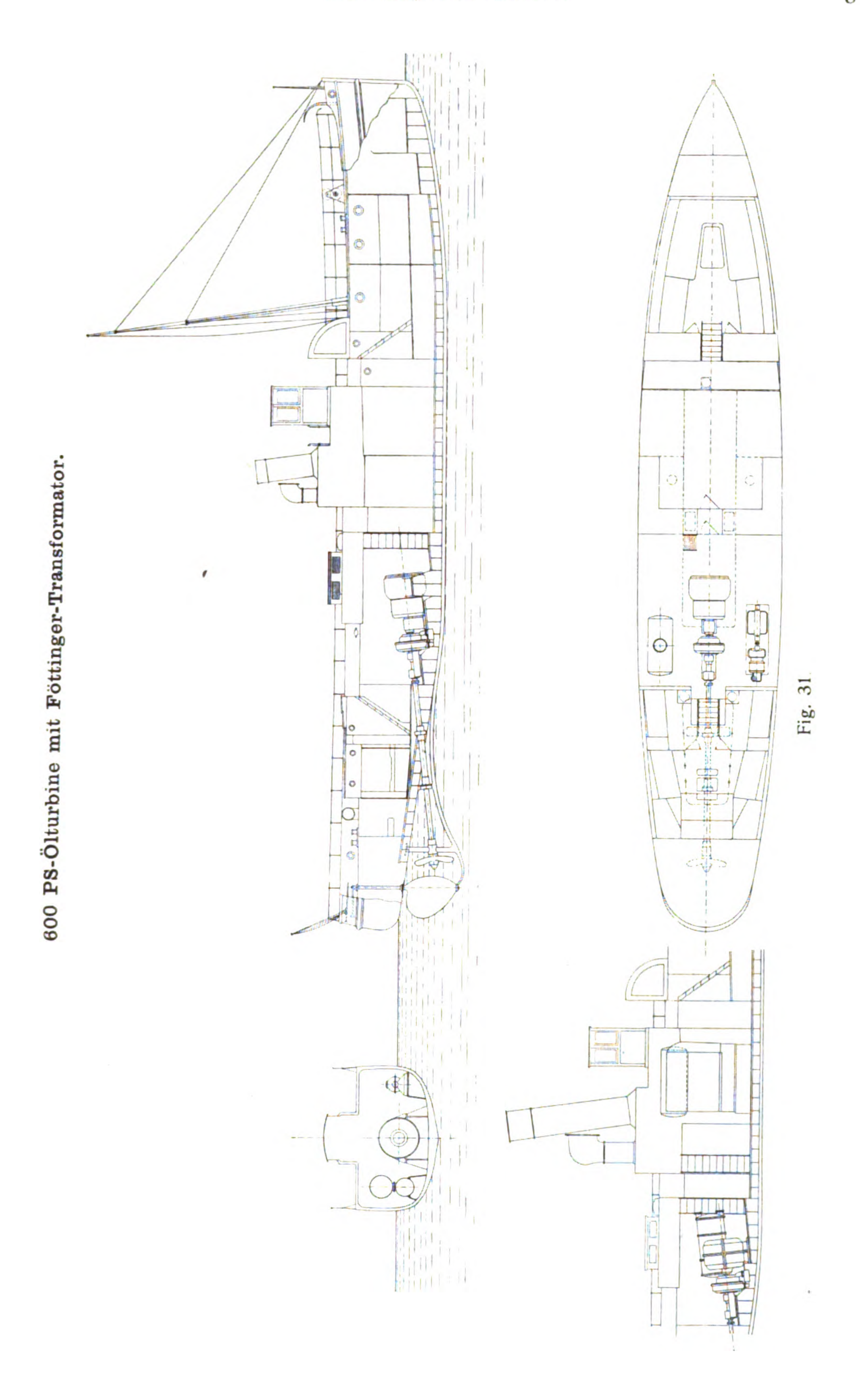
Sehr wahrscheinlich wird sich der Gasturbinenbau gerade in der Richtung möglichst großer Leistungseinheiten entwickeln.

Auch die Zahl der pro Minute sich abspielenden Prozesse pro Kammer wird mit zunehmender Entwicklung wahrscheinlich immer mehr gesteigert werden. Damit läßt sich die Leistungseinheit pro aufgewendetes Kilogramm Konstruktionsmaterial ganz wesentlich noch erhöhen.

Fig. 31 zeigt eine 600 PS Ölturbine mit Föttinger-Transformator, eingezeichnet nach durchgearbeiteten Entwürfen in das Boot, das im Jahrbuch 1910 dieser Gesellschaft veröffentlicht wurde.

Das Bild zeigt vor allem deutlich die Raum- und Gewichtsersparnis durch Wegfall der Kesselanlage.





600 PS-Ölturbine mit Föttinger-Transformator.

Fig. 31.

Fig. 32 illustriert einen Vorschlag, wie mehrere Ölturbinen gekuppelt werden können für Propulsionszwecke.


Zwei Doppelturbinen für Propulsionszwecke.

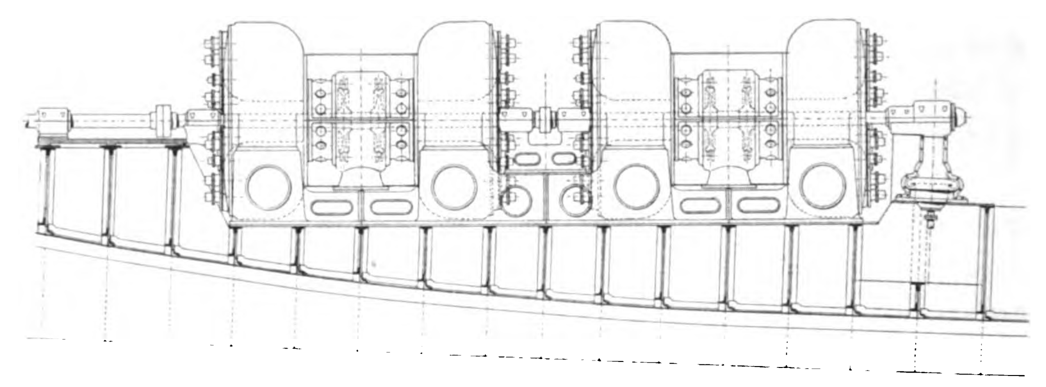


Fig. 32.

Bei Beurteilung der Frage, ob die Tourenzahl der Ölturbine auf diejenige der Propeller sich würde reduzieren lassen, möge beachtet bleiben, daß das für die Turbine verfügbare Gefälle weit mehr variiert werden kann als bei der Dampfturbine, ohne allzu empfindliche Einbuße an Wirtschaftlichkeit.

6000 PS eff. Doppelturbine n = 1000.

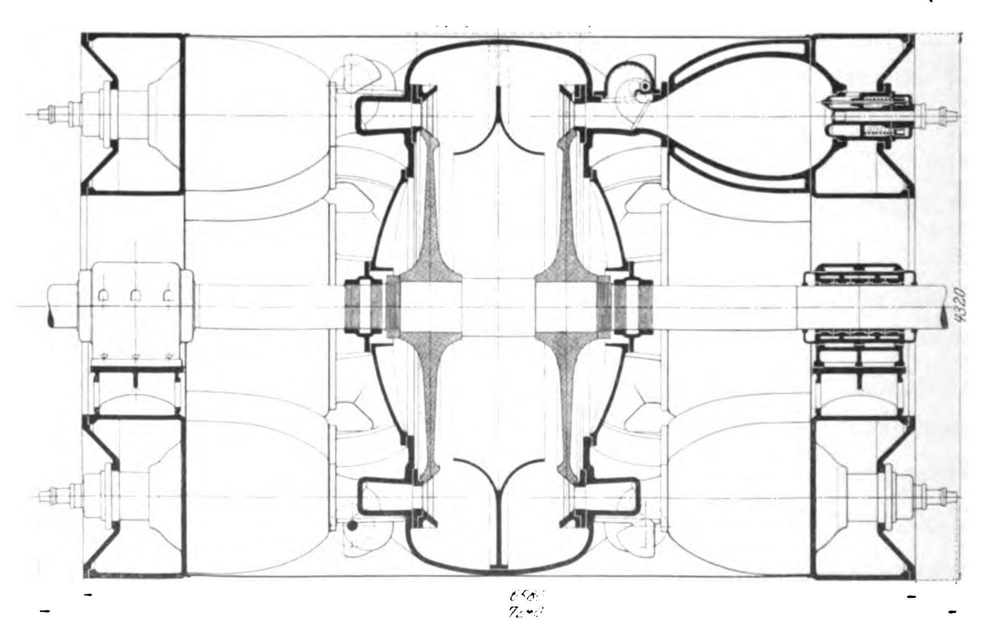


Fig. 32 a.

Zur Illustration der Zukunftsaussichten der Ölturbine für Propulsionszwecke mögen nachstehende Figuren und Angaben dienen:

Fig. 32 a zeigt einen Schnitt durch eine 5500 bis 6000 PSeff. Doppelturbine n = 1000. Ohne weiteres ist klar ersichtlich, daß der Aufbau der Maschine sich natürlicher gestaltet bei größerem Raddurchmesser, also niedererer Tourenzahl. Auch die wesentliche Vergrößerung des Düsenauslasses und der damit zusammenhängenden Organe beeinflußt den konstruktiven Gesamteindruck günstig.

Die Maschine ist entworfen für die Verwertung schwerer Öle. Um die Leistungsfähigkeit der Kammer zu steigern, ist Kompressorbetrieb für die Spül- Kühl- und Verbrennungsluft vorgesehen.

Diese Luft wird dem ringförmigen Raum zugedrückt, gegen welchen die 10 doppelwandigen Kammern einzeln geschraubt sind. Das Mittelstück schließt mit dem Düsenring an die Kammern an. Zum Abschluß der Kammern dienen Klappen. Das Laufrad ist doppelkränzig. Der Auspuff und die Welle ist den symmetrischen zur Doppelturbine vereinigten Einzelturbinen gemeinsam.

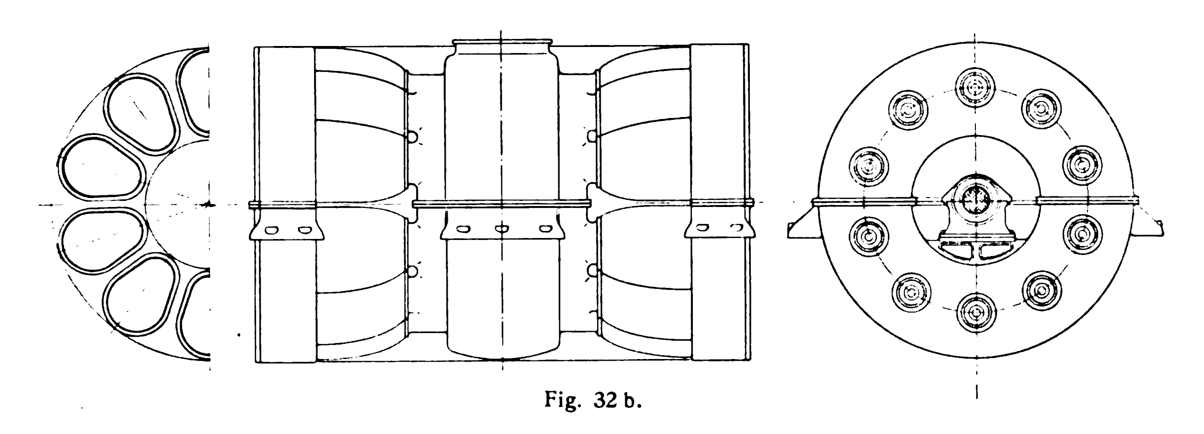


Fig. 32 b.

Die Lager sind auf die verhältnismäßig kühlen Luftzufuhrringe aufgesetzt. Die ganze Maschine hat eine horizontale Schnittfuge.

Fig. 32 b zeigt die Außen- und Seitenansichten. Der ganze Oberteil ist abnehmbar. Schwierige mechanische Details ausfindig zu machen dürfte schwer fallen. Die größte Länge ist 7240 mm, der größte Durchmesser 4320 mm, das Gesamtgewicht etwa 100 ts bei Verwendung von Stahlgußkammern, d. h. 16,6 kg/PSeff.

Fig. 32 c zeigt einen Schnitt durch das Luft- und Einspritzventil. Es war sehr naheliegend, den Forderungen nach möglichst zentraler Luft- und Ölzuführung konstruktiv nachzukommen, um so mehr, als dies sich unschwer und ohne Bedenken bewerkstelligen läßt. Das Luftventil erfordert sehr großen Durchströmquerschnitt, also an und für sich großen Durchmesser; während das Einspritzventil bekanntlich sehr schlank sich baut. Luft- und Ölventil werden durch Öldruck

gesteuert. Reguliert werden diese Ventile dadurch, daß der Steuerölstrom das Regulierorgan zu passieren hat, ehe der Impuls zum Ventil gelangt.

Auf diese Weise erhält der Boden der Verbrennungskammer nur einen zentralen Ausschnitt.

In Fig. 32 d und 32 e wird ein kleiner Kreuzer mit Ölturbinenantrieb in Parallele gestellt mit einem kleinen Kreuzer mit Dampfturbinenantrieb. Es ist dabei angenommen, daß jede der beiden Schraubenwellen angetrieben wird von

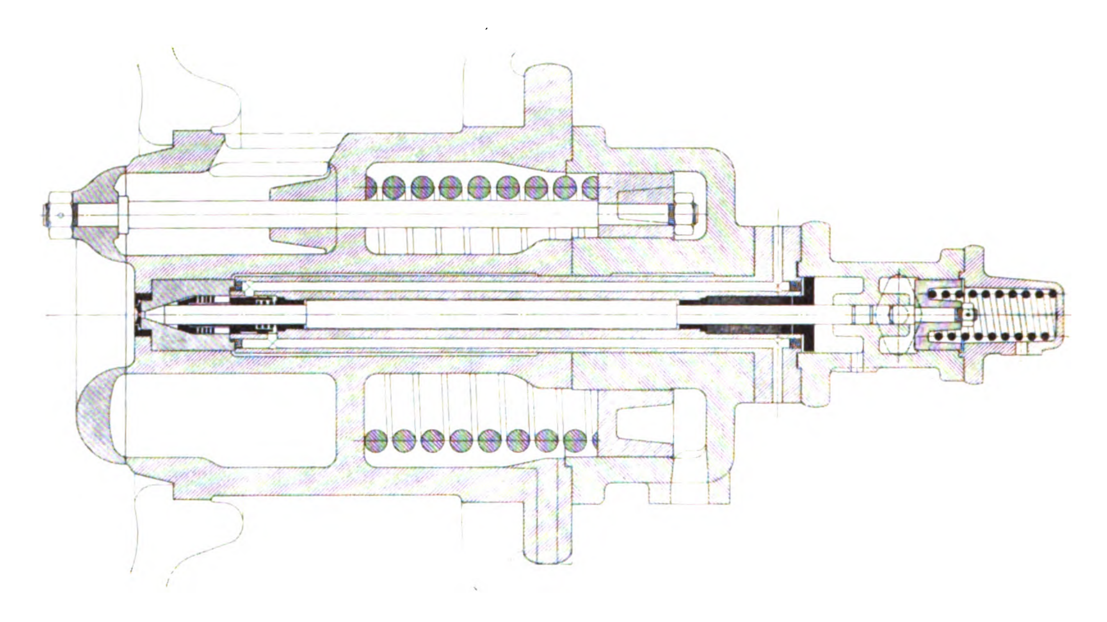


Fig. 32 c.

zwei Doppelturbinen nach Fig. 32 a unter Einschaltung eines Föttinger-Transformators. Die Gewichtsberechnung gründet sich auf folgende Angaben:

Gewicht einer Doppelturbine etwa	100 ts
,, des dazugehörigen Regenerators	26 ,,
,, des dazugehörigen Gebläses	30 ,,
,, von zwei Doppelturbinen einschl. Zubehör etwa	312 ,,
,, des F.-Transformators einschl. Zubehör	22 ,,
,, der Maschinenanlage pro Welle	334 ,,
,, der Maschinenanlage für zwei Wellen .	668 ,,
,, des Dampfkessels zum Anfahren einschl. Zubehör	35 ,,
Komplette Maschinenanlage etwa	703 ,,

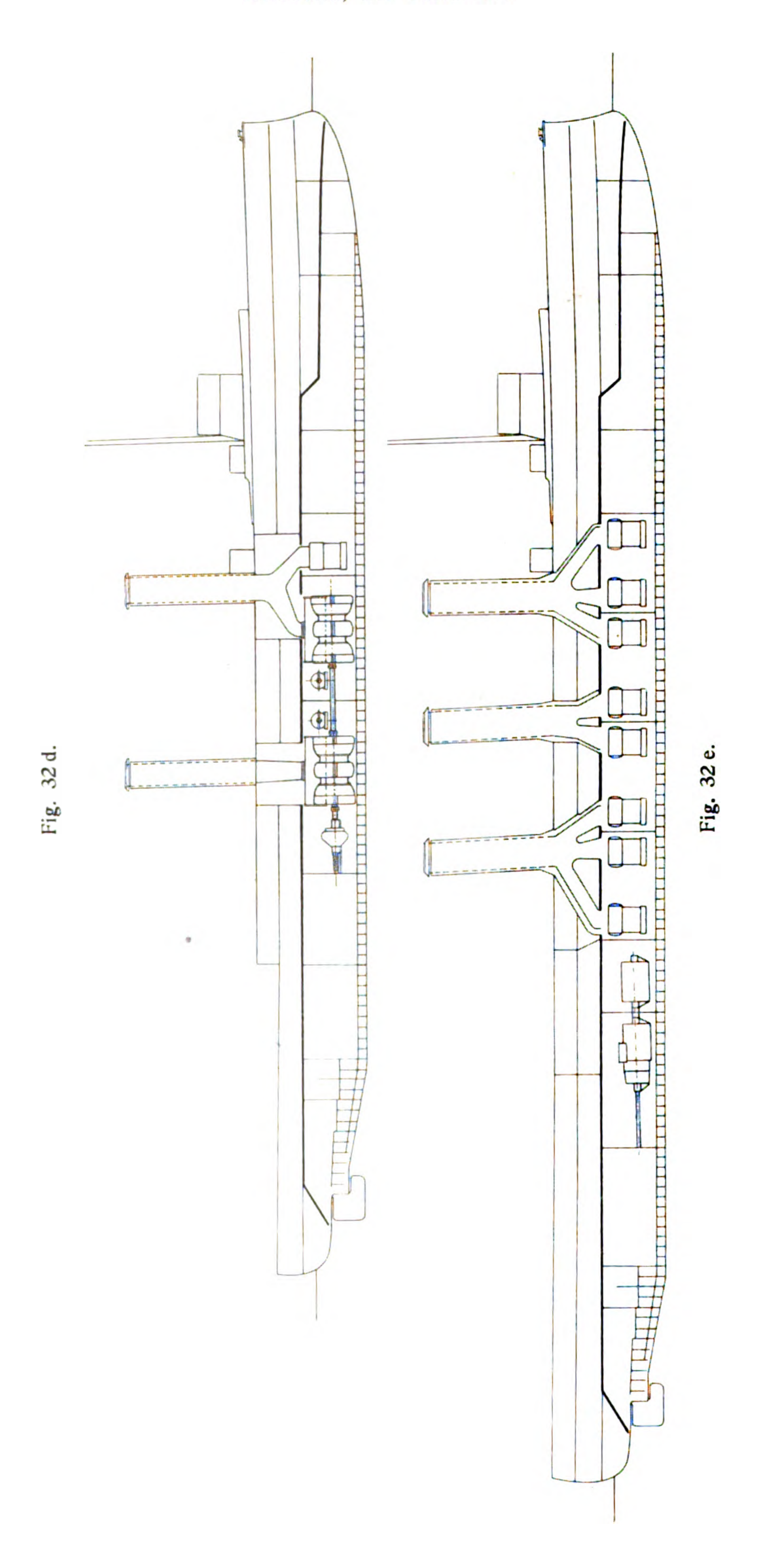


Fig. 32 d.

Fig. 32 e.

Nimmt man zur Vergleichsbasis dieselbe Geschwindigkeit 26—27 S. M. und einen Brennstoffvorrat für 50 Stunden volle Fahrt, so werden die korrespondierenden Hauptdaten folgende:

Ausrüstung mit	Dampfturbinen	Ölturbinen
Gewicht des Kreuzers komplett ohne Maschinenanlage	2 250 ts	2 000 ts
„ der Maschinen und Kesselanlage	1 100 „	700 „
„ des Kreuzers mit Maschinen- und Kesselanlage	3 350 „	2 700 „
„ des Brennstoffs für 50 Stunden v. F.	1 070 „	350 „
„ des Kreuzers und Maschinenanlage und Brennstoff	4 420 „	3 050 „
„ der Maschinen- und Kesselanlage und Brennstoff	2 170 „	1 050 „
Kosten des Brennstoffs pro Tonne	20 ℳ	35 ℳ
„ der einmaligen Brennstoffversorgung	21 400 „	12 300 „
Länge des Schiffes	130 m	110 m
Kraftbedarf für 26 bis 27 S. M.	28 000 PSeff.	22 000 PSeff.
Wirkungsgrad der Maschinen- und Kesselanlage, bezogen auf Schraubenwelle und Brennstoff	10,7 %	20 %
Verbrauch an Brennstoff/Stde. bei 26—27 S. M.	21,3 ts	7 ts

Noch krasser tritt bei nachfolgendem Vergleich Fig. 32 f und 32 g in Erscheinung, daß der Gewicht und Raum beanspruchende Teil der Maschinenanlage eines Dampfschiffes nicht die eigentlichen Antriebsmaschinen sind, sondern die Dampfkessel. Fig. 32 g ist die Maschinen- und Kesselanlage des Schnelldampfers Deutschland; Fig. 32 f zeigt dieselbe Leistung, hervorgebracht durch Doppelturbinen unter Zwischenschaltung eines Föttinger-Transformators auf jeder der zwei Schraubenwellen.

Ich komme zum Bericht über unsere Versuche.

Es galt, unendliche Schwierigkeiten zu überwinden, Schwierigkeiten, die nicht so sehr auf rein maschinellem Gebiete lagen, als auf dem Gebiet der Erkenntnisse über die Gesetze, nach welchem sich die gewünschten Vorgänge allein abspielen können. Vorbilder waren nicht im geringsten da. Der Vorgang in der Gaskolbenmaschine ist nicht ohne weiteres übertragbar und ist seiner Theorie nach noch sehr lichtbedürftig.

Im Jahre 1908 wurde die Erstlingsturbine erbaut.



Fig. 33. Die Spül-, Kühl- und Verbrennungsluft wird bei dieser Maschine zugedrückt mittels eines Kapselgebläses im Vordergrund links. Nach Verlassen des Laufrades strömen die Abgase, mit Spülluft vermischt, durch das vertikale Rohr ins Freie.

Wird die Maschine mit Gas betrieben, so wird dieses durch das kleinere Zuflußrohr rechts der Gasturbine mittels Kapselgebläses zugedrückt.

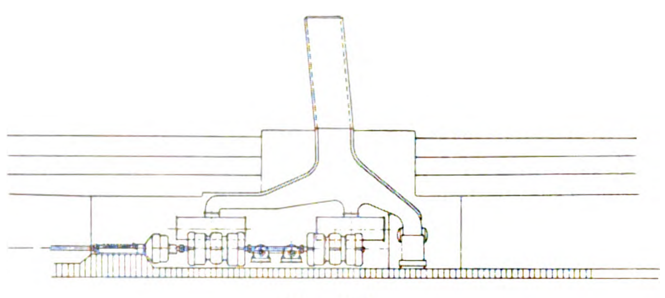


Fig. 32 f.

Beide Kapselgebläse werden je durch einen Elektromotor angetrieben.

Die Ölversuche wurden zunächst an einer Kammer vorgenommen. Das Dieselsche Einblase- und Zerstäubungsventil ist rechts sichtbar, in Verbindung mit der Einblaseluftbombe und des dazugehörigen Kompressors.

Der Aufbau dieser Erstlingsturbine ist im Prinzip identisch mit dem Aufbau der ersten Betriebsgasturbine; die Photographie gibt wohl darüber genügend Aufschluß.

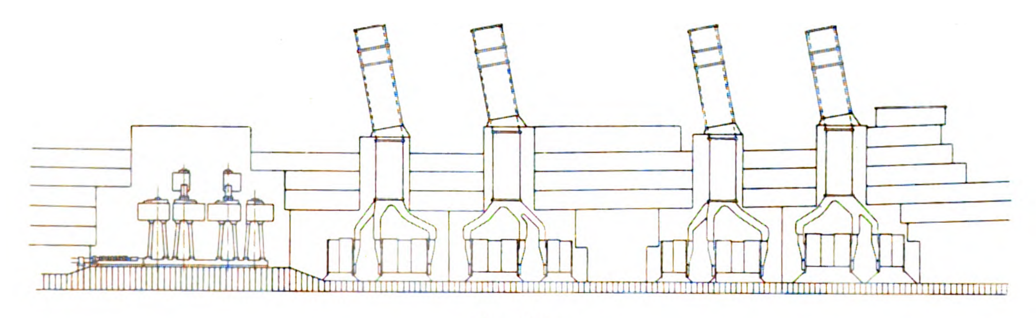


Fig. 32 g.

Der Zweck der Versuche mit dieser Erstlingsgasturbine war in erster Linie festzustellen, ob der angestrebte Prozeß an und für sich durchführbar ist, ob sich Verpuffungen erzielen lassen, die dem theoretisch Möglichen einigermaßen nahe kommen, ob die Spülung und Kühlung ausreichend ist, um einen Dauerbetrieb aufrecht zu erhalten, ohne die Maschine mechanisch zu gefährden, und ob die Schaufelung den Arbeitsprozeß aushält.

Alle diese Fragen waren von vornherein nicht als selbstverständlich zu bejahen. Auf keine einzige dieser Fragen konnte geantwortet werden unter Hinweis auf diese oder jene Versuche, auf diese oder jene Analogien mit anderen Maschinen.

Bezweifelt wurden natürlich sämtliche Fragen von allen Seiten. Nun trat das Überraschende ein. Die allerersten Schwierigkeiten ließen sich verhältnismäßig leicht überwinden; schon nach wenigen Wochen lief die Maschine mechanisch anstandslos. Der Prozeß war also durchführbar; eine mechanische Gefährdung

Erstlingsturbine.

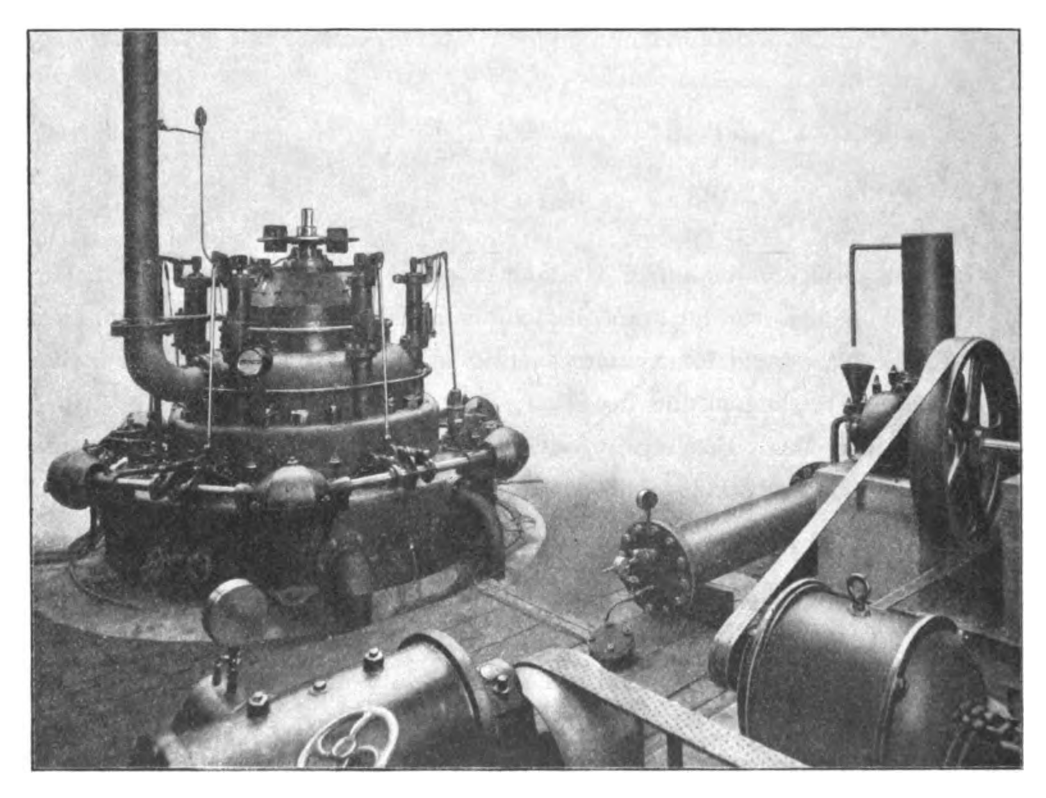


Fig. 33.

der Maschine trat nicht ein, die Düsen und Schaufeln wiesen nicht die geringsten Anzeichen einer beginnenden Anfressung auf, trotzdem wir es wagten, das Feuer auf die Räder zu lassen.

Diese Versuche wurden vorgenommen mit Kraftgas aus Anthrazit, also mit über 20 % Wasserstoff und etwas schwerem Kohlenwasserstoff.

Dadurch ermutigt, schritten wir zum Bau einer wirklichen Betriebsbedingungen entsprechenden Gasturbinenanlage, mit welcher vor allem die Wirtschaft-



lichkeit der neuen Maschinengattung zu erproben war. Mit der Projektierung wurde im Frühsommer 1909 begonnen; die Montage war im Winter 1910 beendet.

In der Zwischenzeit wurden die Versuche mit der Erstlingsturbine fortgesetzt; es kamen als Brennstoffe zur Verwendung: Leuchtgas, Motorenbenzin, Schwerbenzin, schweres Motorenbenzin, Petroleum, Deutsches Gasöl, Rumänisches Gasöl, Benzol, Steinkohlenteeröl und Kohlenstaub der verschiedensten Herkunft.

Leuchtgas konnte unter Verwendung derselben Einrichtungen verwendet werden wie Kraftgas, nur mußten die Gasventilhube wesentlich reduziert werden.

Die flüssigen Brennstoffe wurden sämtlich zugepumpt und mittels Einblaseluft und eines Dieselschen Zerstäubungsventils zugeführt. Bei allen Versuchen blieb die Zündung dieselbe (Hochspannungskerzen).

Leuchtgas bot, wie zu erwarten war, nicht die geringsten Schwierigkeiten. Sein hoher Wasserstoff- und Kohlenwasserstoffgehalt ermöglichen eine den ganzen Kammerinhalt sehr rasch durchschreitende Entzündung.

Sämtliche zur Ausprobierung gelangende flüssige Brennstoffe konnten rein, ohne Beimischung eines Zündöles, zur rauchfreien, also vollkommenen Verpuffung gebracht werden. Es war nur nötig, die jedem Brennstoff zuträglichste mittlere Temperatur in der Verpuffungskammer zu halten, um vor allem ein Belegen der Zündkerzen mit einem isolierenden Ölfilm zu vermeiden, um Zündungsversagern vorzubeugen.

Aus diesem Grunde läßt sich Benzin, Schwerbenzin, schweres Motorenbenzin und Benzol in der kalten Maschine verpuffen. Es muß die mittlere Temperatur im Verpuffungsraum dagegen betragen:

etwa 400 ° für Petroleum,
„ 440 ° „ Gasöl,
„ 375 ° „ Steinkohlenteeröl.

Daß es möglich sein sollte, die dem Dieselmotor bisher ausschließlich vorbehaltenen schweren Öle zur vollkommenen Verpuffung zu bringen, bei unserm Gasturbinenverfahren, war eine angenehme Überraschung, die hoffentlich recht weittragende Folgen haben wird.

Mit Kohlenstaub hatten wir dagegen keine ermunternden Erfolge. Proben verschiedenster Herkunft wurden ausprobiert. Nur die außerordentlich gasreiche — aber auch sehr teure — Cannelkohle lieferte regelmäßige Verpuffungen; aber nur 20 % des zugeführten Kohlenstaubes gelangten zur Verpuffung. Der Rest fand in der kurzen Zeit nicht die nötige Verbrennungsluft.



Bei den im Jahre 1911 begonnenen Versuchen mit der ersten Betriebsturbine kam Kraftgas, aus Koks gewonnen, zur Verwendung, das wasserstoffärmste und wärmeärmste Gas während unserer Gasturbinenversuche.

Wenn der Satz Wahrheit enthält, daß das schrittweis Erkämpfte den längsten Bestand aufweist, so muß unsere Gasturbine eine gute Zukunft vor sich haben.

Während über die Grundfragen verhältnismäßig rasch Aufklärung gebracht wurde durch die Versuche mit der Erstlingsturbine, bot das Streben nach möglichst vollkommenen, gleichbleibenden Prozessen, die sichere Beherrschung des Erreichten, die Ausschaltung von Zufälligkeiten ungeahnte Schwierigkeiten, einzig und allein, weil grundlegende physikalische Vorgänge nicht erkannt waren und nach dem Stand der damaligen Erkenntnis nicht erkannt werden konnten. So verliefen die Prozesse auch nach bester und vollkommenster Einstellung der ebenfalls neuen und erstmals zur Verwendung gelangenden Ölfernsteuerung unstabil, anfänglich gut, dann immer schlechter. Schon im Februar erzielten wir Leerlauf, erregt, d. h. 3000 RPM, 4000 Volts, mit nur 250—300 cbm Gas/Stunde, entsprechend einem indizierten Wirkungsgrad von über 20 %, ein sicherlich sehr verlockender Beginn der Wirtschaftlichkeitskurve, aber immer nur vorübergehend. Dabei stieg dann die Mischtemperatur entsprechend der Verschlechterung des Prozesses wesentlich über die Werte, welche rechnerisch höchstenfalls erreicht werden sollten. Bald verpuffte der gesamte Inhalt der Kammer, so daß die volle theoretisch erreichbare Höhe erreicht wurde, bald verbrannte nur ein Teil in der Kammer, der andere wahrscheinlich in dem nicht dafür bestimmten Turbinenraum.

Diese Beobachtungen und Wahrnehmungen verdichteten sich zu der vorhin angeführten fundamentalen Erkenntnis über den Einfluß der Temperatur vor der Zündung, sowohl auf die eigentliche Entzündung (Verbrennung, Explosionswelle), als auch auf den Wirkungsgrad der Verpuffung. (Motorischer Prozeß — Heizprozeß.) Sie führten dazu, die Wandung der Verbrennungskammer durch zusätzliche Wasserkühlung von außen auf möglichst niederer Temperatur zu halten und die Luft direkt durch die Luftventile von außen zu entnehmen.

Dann wurden die Verhältnisse stabiler und geklärter, ohne daß Nachteile sich einstellten.

Gleichzeitig wurden erhebliche Verbesserungen in der Zündung durchgeführt, so daß die Zündungen und Verpuffungen so vollkommen verliefen, wie unter Beachtung der Veränderlichkeit der spezifischen Wärme überhaupt erwartet werden kann, und zwar ohne Explosionswelle. Und das nicht nur für kleine, sondern auch für die in Aussicht genommenen maximalen Gasladungen.



Damit war die Höhe in der Entwicklung der Gasturbine erreicht, die in der Kolbenmaschine seinerzeit erreicht war mit einem möglichst vollkommenen und gleichbleibenden Indikatordiagramm.

Es handelte und handelt sich nunmehr noch darum, auch den Arbeitsprozeß in der eigentlichen Turbine experimentell so durchzuarbeiten und zu entwickeln, daß die rechnungsgemäß zu erwartende Leistung auch tatsächlich erreicht wird.

Indikatordiagramm vor Düsenventil.

Fig. 34.

Indikatordiagramm hinter Düsenventil vor der Abänderung.

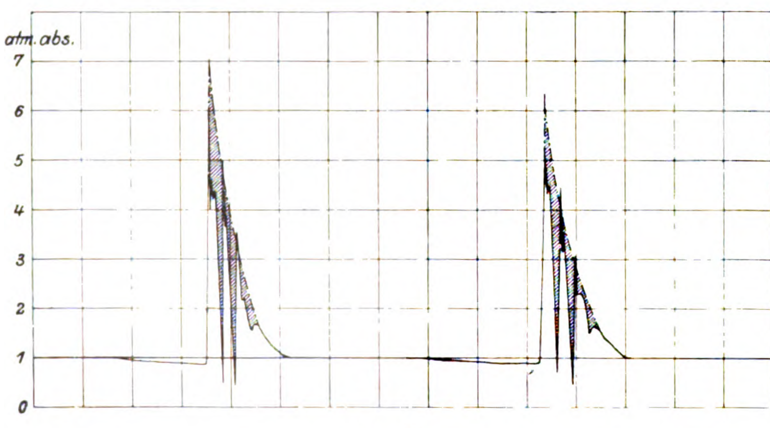


Fig. 35.

In welchem Maße hierbei schrittweise vorgegangen werden muß, möge folgendes Beispiel zeigen.

Bei kleiner Ladung und kleinem Verpuffungsdruck kam man der rechnungsgemäß zu erwartenden Leistung befriedigend nahe; größere Ladung und höhere Verpuffung hatten aber nicht die erwartete Leistungssteigerung im Gefolge.

Fig. 34 zeigt das Verpuffungsdiagramm vor dem Düsenventil, also die Druckverhältnisse in der Verpuffungskammer, und Fig. 35 hinter dem Düsenventil, also vor den Düsen.

Es erschien klar, daß die Ursache des Zurückbleibens der Leistung hinter der erwarteten mit dem zerhackten Diagramm sich völlig erklären lasse, und es war zu erwarten, daß nach Beseitigung dieses Mißstandes die Leistungssteigerung eintreten werde. Die Ursache des Mißstandes lassen Fig. 36 und Fig. 37 erkennen.

Düsenventilerhebungsdiagramm vor Abänderung.

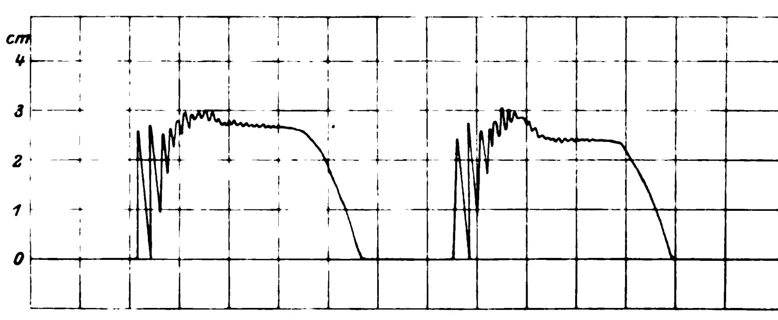


Fig. 36.

Öldruckdiagramm. Düsenventil vor Abänderung.

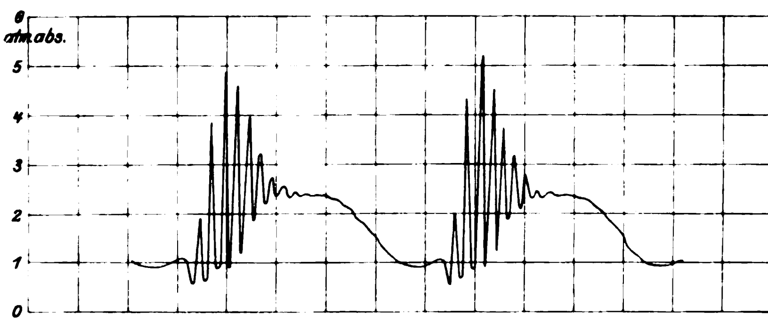


Fig. 37.

Aber auch nach glücklicher Abhilfe des Mißstandes, siehe Fig. 38 und Fig. 39, konnte die erwartete Leistung noch nicht erzielt werden. Es war also noch eine Schwierigkeit zu überwinden. Sie lag in den Düsen, in unrichtiger Düsenerweiterung.

Fig. 40 zeigt die Abhängigkeit des erzielten Explosionshöchstdruckes von dem pro Spiel zugeführten Gasgewicht, und zwar repräsentieren die ausgezogenen p_1 - G Linien die theoretisch überhaupt erreichbaren Werte für $t_0 = 15°$ C und $t_0 = 100°$ C. Die eingetragenen Punkte sind experimentell festgelegt.

Die in Fig. 40 eingetragenen Versuchsergebnisse zeigen, daß die Verpuffungen bei 5 Kammern im Betrieb so vollständig verlaufen, wie das überhaupt möglich ist. Die experimentell gefundenen Werte liegen zwischen den beiden theoretisch berechneten Kurven für vollkommene Verpuffung, wenn $t_0 = 15°$ C und $t_0 = 100°$ C, Wärmeinhalt des Gases = 1180 WE/kg.

Düsenventilerhebungsdiagramm nach Abänderung.



Fig. 38.

Indikatordiagramm hinter Düsenventil nach Abänderung.

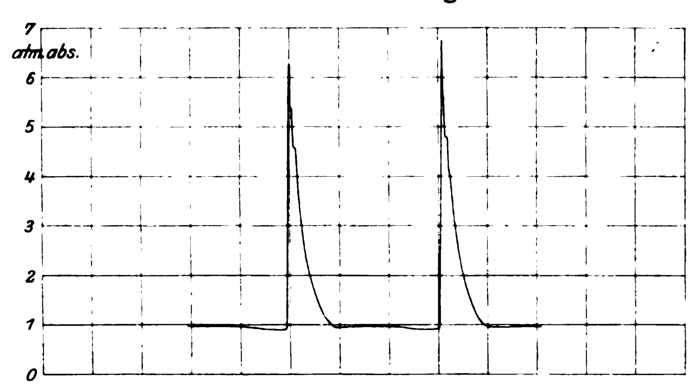


Fig. 39.

Sind dagegen 10 Kammern in Betrieb, so bleiben die Werte von p_1 wesentlich hinter den vollkommenen Werten bei 5 Kammer-Betrieb zurück.

Fig. 41 zeigt, daß bei Explosionen bis 5.2 at abs die erzielte Leistung pro Kammer zwischen den Werten liegt, welche rechnungsgemäß bei $t_0 = 15°$ C und $t_0 = 100°$ C erreicht werden müssen unter Zugrundelegung eines Turbinenwirkungsgrades von max 58 %. Über $p_1 = 5.2$ at abs hinaus verlassen die experimentell

ermittelten Werte das berechnete Gebiet; die Leistungen werden kleiner, als sie der Berechnung nach sein sollten.

Weitere Versuche und Beobachtungen zeigen, daß die Düse im Zustand dieser Versuche den Gasstrahl unter starken Schallschwingungen austreten läßt.

Diese Druckwellen verhindern unter anderm die erforderliche gründliche Ausspülung beim Zehnkammerbetrieb.

Die in diesem Jahrbuch veröffentlichten hochinteressanten Forschungsresultate

Explosionshöchstdruck in Abhängigkeit von Gasladung.

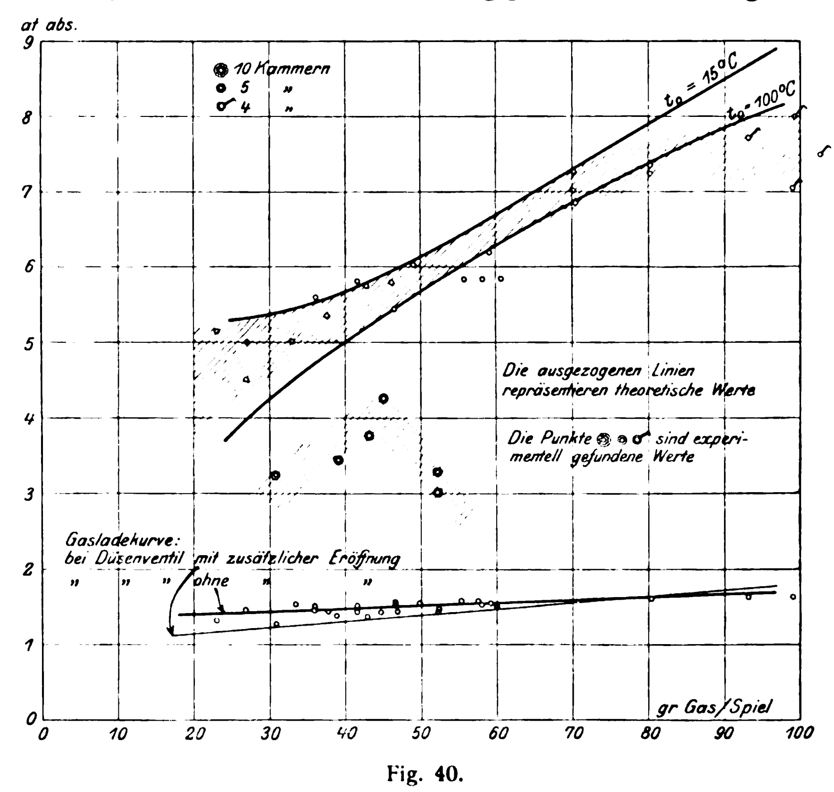


Fig. 40.

des Herrn Professor J o s s e über den Ausfluß des Dampfes aus Düsen lassen eine günstige Nutzanwendung für unsere Gasturbine zu.

Die jetzt allgemein gültige Ansicht, daß zur Erreichung von Strahlgeschwindigkeiten größer als die Schallgeschwindigkeit Düsen mit konischer Erweiterung gegen den Auslaß unbedingt erforderlich seien, ist durch diese Versuche von Josse stark eingeschränkt worden. Josse fand für Dampf, daß bei Leitvorrichtungen mit parallelen Austrittswänden Strahlgeschwindigkeiten sehr vorteilhaft erreicht werden können, welche um 50 % höher liegen als die Schallgeschwindigkeit. Die Schallgeschwindigkeit für Gase liegt nun bei den maximalen Ver-



puffungsverhältnissen unserer Gasturbine bei etwa 770 m/sec. Die nach Herrn Professor Josse günstigste Austrittsgeschwindigkeit wäre demnach für eine Leitvorrichtung mit parallelen Wänden etwa 1030 m/sec. Über diese Geschwindigkeit soll aber im Interesse eines guten Turbinenwirkungsgrades nicht hinausgegangen

Leistung in Abhängigkeit vom Explosionshöchstdruck.*)

Die ausgezogenen Linien repräsentieren rechnungsgemäß zu erreichende Werte.

Die Punkte ∘ ∘ ∘ sind experimentell gefundene Werte.

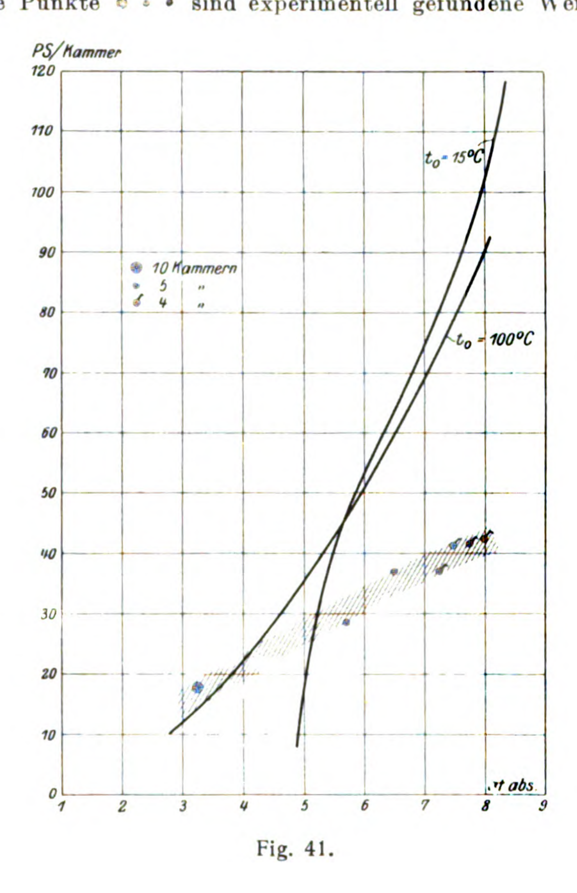


Fig. 41.

werden. Demnach wäre das günstigste für die Gasturbine eine Leitvorrichtung mit parallelen Austrittswänden, nicht eine konisch divergente Düse.

Abgesehen davon, daß die Leitvorrichtung mit parallelen Austrittswänden größere Düsenventilquerschnitte erfordert als die konisch divergente Düse, bedingt ihre Anwendung einen ganz wesentlichen Vorteil für die Gasturbine, allerdings auf einem ganz anderen Gebiet, der Bewegung der Spülluft durch die Verpuffungs-

*) Ersatz des im Vortrag vorgeführten Kurvenblattes unter Berücksichtigung der inzwischen vorgenommenen Eichung des KWmeters und einer Richtigstellung der rechnungsgemäß zu erreichenden Leistungslinien.

kammern hindurch. Kommt die engste Stelle der Düse in Wegfall, so läßt sich die erforderliche Kühlluft in wesentlich kürzerer Zeit durch die Turbine befördern, die Zahl der Spiele .pro Minute, die Leistung der Kammer läßt sich wesentlich steigern. Aber auch die Ausnutzung im Laufrad wird sich nach den neuesten Versuchen von Josse günstiger gestalten bei zwei- oder mehrkränzigen Aktionsrädern, je höher die Schallgeschwindigkeit liegt. Nach diesen Untersuchungen fällt das Maximum der Ausnutzung im Laufrad zusammen mit der Schallgeschwindigkeit. Im ersten Kranz eines mehrstufigen Rades wird bekanntlich der größte Teil der Energie durch Schaufeldruck auf die Welle übertragen. Es ist also besonders erstrebenswert, diese erste Geschwindigkeitsstufe möglichst wirtschaftlich arbeiten zu lassen. Legt man denselben Schaufelriß eines zweikränzigen Rades für $c_0 = 1080$ m/sec. und $u = 157$ m/sec. der Durchrechnung für Gas und für Dampf zugrunde, so ergibt sich für den Gasstrahl ein um 20 % höherer Wirkungsgrad als für den Dampfstrahl, nur weil die Schallgeschwindigkeit des Gasstrahls annähernd mit der Durchflußgeschwindigkeit im ersten Kranz übereinstimmt, diejenige des Dampfstrahls aber wesentlich darunter liegt.

Was mit unserer ersten Betriebsturbine noch erreicht werden muß, zeigt Fig. 29, der Wirkungsgradberg; anzustreben ist, den Arbeitsprozeß in der eigentlichen Turbine noch so auszubauen, daß die Kurven der Fig. 42 erreicht werden.

Für kleinere Ladungen ist das angestrebte Ziel, wie oben angegeben, bis jetzt erreicht. Die weiteren Versuche werden dies auch für die größeren Ladungen ergeben.

Die in den Kurven Fig. 29 und 42 gegebenen Höchstwerte der Leistung, des Wirkungsgrades, der Explosionshöchstspannung usw. beziehen sich, wie ich ausdrücklich erwähnen möchte, im speziellen auf unsere erste Betriebsgasturbine, also nicht allgemein auf die neue Maschinengattung. Die Kurven sind noch steigerungsfähig bei weiterem Ausbau der Gasturbinengattung durch Anordnung wesentlich größeren Düsenauslasses, Erhöhung des Ladedruckes, des Explosionshöchstdruckes, Ersatz des Düsenventiles durch eine Klappe mit ungehindertem, geradem Durchfluß für die Gase usw.

Nochmals möge betont werden, daß mechanische Beschädigungen irgendwelcher Art, Anfressungen, Verrostungen usw. nicht im geringsten Maße aufgetreten sind, trotzdem die Versuche sich nunmehr schon insgesamt drei Jahre hinziehen. Ich führe dies ausschließlich darauf zurück, daß in den Prozeß überhaupt kein Wasser in irgendeiner Form grundsätzlich eingeführt wird. Die Luftspülung macht jegliche Notwendigkeit, Wasser in den Prozeß einzufahren, illusorisch. Sie allein garantiert die Lebensdauer der Gasturbine.



Zum Schlusse drängt es mich insbesondere, der ganz besonderen Verdienste des geschäftlichen Leiters unseres Unternehmens, des Herrn Kommerzienrat Erhard Junghans aus Schramberg, meines väterlichen Freundes, gerecht zu werden. Herr Kommerzienrat Erhard Junghans hat die gesamten ganz bedeutenden finanziellen Opfer vollständig allein getragen, die Unabhängigkeit des Unternehmens stets zu sichern gewußt und nicht ein einziges Mal Bedenken geäußert, ob nicht das ganze Unternehmen ein Fehlschlag sein könnte.

In welch hohem Maße durch diese vorbildliche geschäftliche Leitung die

Wirkungsgradkurven wachsende Gasladung, to = 15° C.

Fig. 42.

Entwicklung der Gasturbine ermöglicht und gefördert wurde, ist für jeden klar, der eine ähnliche Entwicklung schon mitmachte.

Die Erstlingsturbine wurde nach meinen Angaben von Gebr. Körting, A.-G., Hannover, erbaut; die erste Betriebsturbine ebenfalls nach meinen Angaben von Brown, Boveri & Co., Mannheim-Baden, die außerdem die Dynamo und das Gebläseaggregat lieferten.

Beide Firmen setzten uns durch ihre bekannte vorzügliche Werkstättenausführung in die Lage, die Versuche ohne Störungen werkstattechnischen Ursprungs durchzuführen.

Seitens der Firma Brown, Boveri & Co. wurden mir in entgegenkommendster Weise nicht nur bei dem Entwurf und der Konstruktion der Gasturbine, sondern auch bei Ausführung der Versuche die reichen Erfahrungen der Firma auf dem Gebiet der Dampfturbinen zur Verfügung gestellt.

Die Firma Jul. Pintsch A.-G., Berlin, lieferte die Gasanlage und Robert Bosch, Stuttgart, die Zündeinrichtungen für unsere erste Betriebsturbine. Auch diese Firmen förderten durch ihr Entgegenkommen und ihr liebenswürdiges Eingehen auf unsere speziellen Wünsche unsere Bestrebungen, der Gasturbine, einer rein deutschen Erfindung, zum Sieg zu verhelfen.

Diskussion.

Herr Prof. Krainer-Charlottenburg:

Euere Königliche Hoheit! Meine Herren! Ich wollte eine Frage an den Herrn Vortragenden richten, die jeden Dampfturbinenbauer interessieren muß. Es ist mir bekannt, daß in den letzten Jahren die Firma Escher, Wyß & Co. zusammen mit Herrn Professor Stodola inZürich umfangreiche und kostspielige Versuche nach der Richtung der Gasturbine angestellt hat und daß man endlich nach langandauernden Versuchen zu einem gewissen Resultat gekommen ist. Nun interessiert hauptsächlich die Frage, aus welchem Material die Schaufeln bestehen, und welche Erfahrungen mit der Befestigung der Schaufeln gemacht worden sind. Allerdings befürchte ich, daß ich bei dieser Frage auf ein Geschäftsgeheimnis stoße. Dann möchte ich auch noch wegen des Nutzeffekts anfragen, wobei ich es dem Herrn Vortragenden überlasse, wie er den Wirkungsgrad messen will.

Herr Ingenieur Holzwarth-Mannheim (Schlußwort):

Euere Königliche Hoheit! Meine Herren! Die Fragen des Herrn Vorredners bezüglich des Schaufelmaterials und der Erfahrungen, die mit dem Schaufelmaterial gemacht wurden, sind sehr einfach zu beantworten. Wir haben bei der Erstlingsturbine die Schaufeln aus dem Vollen gefräst, und zwar haben wir Nickelstahl genommen. Abnützungen und Ausfressungen konnten wir nicht wahrnehmen. Bei der Betriebsgasturbine haben wir für die Radscheibe ganz gewöhnlichen Stahl genommen und für die Schaufeln Stahl auf elektrischem Wege gewonnen. Also möglichst reines Eisen. (Herr Professor Krainer: Elektrostahl?) Elektrostahl. Die Erfahrungen, die wir gemacht haben, sind äußerst günstig. Wir konnten bis jetzt keinerlei Abnützungen, Anfressungen und Verrostungen feststellen. (Herr Professor Krainer: Lockerungen!) In den Temperaturen sind wir gelegentlich bis über 500 Grad hinaufgegangen. Wir haben bei Brown, Boveri & Co. die Schaufeln eingesetzt, und zwar in der bei Brown, Boveri & Co. damals üblichen Weise, wie es ja im allgemeinen Dampfturbinenbau üblich ist, mit Schwalbenschwanz. Nachdem wir längere Zeit die Versuche mit Temperaturen bis zu 500 Grad gemacht hatten, haben wir die Scheibe wieder ausgebaut. Dabei konnten wir feststellen, daß die Schaufeln sich etwas gelockert hatten. Ich schiebe das aber nicht auf die hohen Anstrengungen durch die Temperatur zurück, sondern darauf, daß diese im Querschnitt sehr starken Stahlschaufeln sich praktisch nicht gut auf diese



Weise befestigen lassen, daß sie einfach in den Schwalbenschwanz eingetrieben werden. Das Material staucht sich nicht so wie das Bronzematerial. Es wäre also sehr wahrscheinlich besser, von der Schwalbenschwanzbefestigung abzuweichen und jede Schaufel für sich zu befestigen. Nachdem sind wir mit der Temperatur nicht mehr so hoch hinaufgegangen, sondern nur bis 400 Grad, und seitdem hat sich auch keinerlei Lockerung der Schaufeln wahrnehmen lassen, trotzdem wir sie öfters herausgenommen und daraufhin nachgesehen haben.

Bezüglich des Nutzeffekts und wahrscheinlich auch bezüglich der Theorie der Gasturbine möchte ich mir erlauben, darauf hinzuweisen, daß ich ausführlich darüber in einem Buch berichte.

Ich glaube, der Herr Vorredner hat noch angefragt, was ich unter disponibel verstehe. Darunter verstehe ich den Wirkungsgrad der Verpuffung in der vollkommenen Maschine.

Es war mir eine besondere Ehre, mit der ersten Veröffentlichung unserer Gasturbine gerade vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft hervortreten zu dürfen; und ich danke Euer Königlichen Hoheit und den Herren bestens für die Aufmerksamkeit und das Interesse. (Lebhafter Beifall.)

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Der lebhafte Beifall, den Sie soeben diesem Vortrag gespendet haben, bezeugt mir, daß Sie alle damit einverstanden sind, wenn ich Herrn Holzwarth nochmals unsere Dankbarkeit dafür ausspreche, daß er uns einen vollen Einblick in seine Gasturbine gewährt hat. Gehen doch seit langer Zeit die Bestrebungen dahin, an Stelle der Dampfturbine eine direkte Gasturbine zu setzen. Wir wollen wünschen, daß es Herrn Holzwarth gelingen möge, die bisherigen Übelstände der Gasturbine zu beseitigen, so daß wir in nicht zu ferner Zeit die Gasturbine an Bord begrüßen können.

XVII. Ein neuer elektrischer Torsionsindikator.

*Vorgetragen von **Fritz Lux** - Ludwigshafen a. Rh.*

Um die Torsion von Schiffswellen und damit die von diesen übertragenen Kräfte zu messen und aufzuzeichnen, bedient man sich verschiedener Methoden, die seit einigen Jahren bekannt geworden sind, und zwar handelt es sich im wesentlichen um mechanische, optische, stroboskopische und elektrische Methoden.

Ich nenne, um mich kurz zu fassen, hier nur die Namen der hervorragendsten Erfinder wie Bauer, Thaemer, Gümbel, Amsler-Laffon, Föttinger, Rambal, Frahm und von Ausländern Denny und Hopkinson.

Da die bisherigen Apparate aber noch nicht allen Wünschen entsprochen haben, die an sie gestellt werden, so stellte ich es mir zur Aufgabe, einen Apparat auszuarbeiten, der den bisher bekannt gewordenen Systemen gegenüber möglichst Vollkommenes leisten sollte, insbesondere nach der Richtung hin, daß durch ein Zählwerk die geleisteten Pferdekraftstunden registriert werden.

Gestatten Sie mir daher, meine Herren, Ihnen das von mir erdachte System in großen Zügen vorzuführen.

Ich nehme die Messung des Torsionswinkels in der Weise vor, daß ich an einer geeigneten Stelle, beispielsweise an dem einen Ende der Welle, bei jeder Umdrehung eine elektrische Funktion auslöse, deren Wirkung an einer anderen Stelle, beispielsweise an dem anderen Ende der Welle, zur Erscheinung gebracht wird.

Diesen Umdrehungswinkel der Welle kann ich nun entweder direkt ablesen oder durch geeignete Vorrichtungen graphisch aufzeichnen, indem die Zeigerbewegungen, die dem Torsionswinkel der Welle entsprechen, auf einer rotierenden Trommel aufgetragen werden.

Schließlich können aber auch die durch die Welle übertragenen Pferdekraftstunden direkt abgelesen werden, indem man das Produkt aus der Umdrehungszahl der Welle mit deren Elastizitätskoeffizienten und dem jeweiligen Torsionswinkel durch ein geeignetes Zählwerk registriert.



In Fig. 1 ist ein Torsionsindikator dargestellt, der bei jeder Umdrehung den Torsionswinkel der Welle zwischen zwei bestimmten Wellenquerschnitten vermittels einer elektrischen Anzeigevorrichtung angibt. Es stellt 1 die Welle dar, deren Torsionswinkel zwischen den Punkten 2 und 3 gemessen werden soll; diese Welle ist mit einem Zeiger 4 und einem Kontakt 5 versehen. Bei jeder Wellenumdrehung schleift dieser Kontakt 5 auf der Schneide 6, wodurch ein elektrischer Strom vom Element 7 durch den Leiter 8, den Schleifkontakt 9, die Welle 1, den Kontakt 5, die Schneide 6, den Leiter 10, die Primärspule 11 und von da zur Stromquelle zurückfließt.

Der elektrische Strom wird bei jeder Umdrehung einmal geschlossen und geöffnet und die Primärspule 11 erzeugt dadurch in der Sekundärspule 12 einen hochgespannten Strom, der durch den Leiter 13, die Welle 1, den Zeiger 4 geht, von da aus auf den Gradbogen 15 in einem Funken überspringt und von da nach der Induktionsspule 12 zurückkehrt.

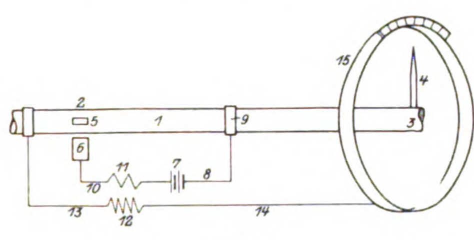


Fig. 1.

Bei unbeanspruchter Welle springt bei jeder Umdrehung ein Funken an ein und derselben Stelle des Gradbogens, dem Nullpunkt, über, während bei beanspruchter und dadurch verdrehter Welle der Funken je nach der Belastung mehr oder weniger zurückbleibt und auf diese Weise in jedem Augenblick den Torsionswinkel anzeigt.

Das Bogenmaß, das zwischen dem Nullpunkt und der Funkenstelle liegt gibt den gesuchten Torsionswinkel an.

Um diese Ablesung bei langsam laufenden Wellen zu erleichtern, kann an Stelle nur einer Entladungsstelle eine größere Anzahl von Entladungsstellen verwendet werden. Dies geschieht in der Weise, daß an der einen Stelle der Welle eine größere Anzahl von Stromunterbrechungsstellen angebracht wird, die unter sich genau gleiche Abstände haben; an einer anderen Stelle der Welle wird die gleiche Anzahl von Entladungsstellen, ebenfalls in genau gleichen Abständen voneinander, angebracht.

Die Anzahl dieser auf einen Wellenumfang fallenden Stromunterbrechungsstellen kann den Umständen entsprechend beliebig groß gewählt werden. Es ist nur, um keine Unklarheit in die Ablesung zu bringen, erforderlich, daß der Abstand zwischen je zwei Stromunterbrechungsstellen und demgemäß auch zwischen zwei Entladungsstellen etwas größer ist, als die maximale Torsion der Welle. Diese Anordnung hat außerdem noch den Vorteil, daß die während einer Umdrehung

in der Belastung auftretenden Ungleichförmigkeiten zur Anzeige gelangen und auch Torsionsschwingungen deutlich zum Ausdruck gebracht werden.

Um nun insbesondere bei geringeren Belastungen und diesen entsprechend geringeren Verdrehungen der Welle doch noch eine möglichst genaue Ablesung zu bekommen, kann an der Entladungsstelle auf der Welle an Stelle der Entladungsspitze eine Entladungsschneide angebracht werden, die parallel zur Wellenaxe gerichtet ist. Dieser Entladungsschneide gegenüber wird dann ein Gradbogen angebracht, der sich schraubenförmig in entsprechend geringem Abstand von dieser Schneide befindet. Es springt dann der Entladungsfunken an der Stelle über, wo die Entladungsschneide sich mit dem Gradbogen kreuzt, und es hängt daher nur von der Steigung dieses Gradbogens ab, um wieviel die Anzeige vergrößert wird.

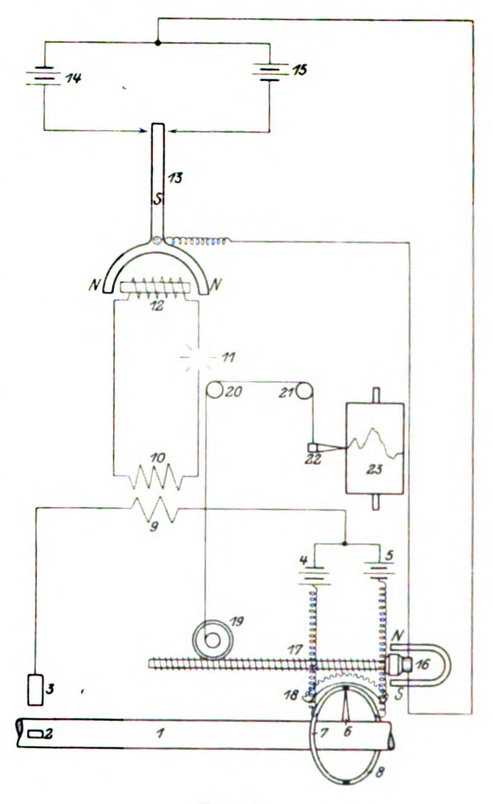


Fig. 2.

In Fig. 2 ist ein Torsionsindikator dargestellt, der ebenfalls auf elektrischem Wege den Torsionswinkel mißt, diesen aber durch einen körperlichen Zeiger angibt und zugleich aufzeichnet.

Auf der Welle 1, deren Verdrehung gemessen werden soll, sitzt der Kontakt 2, der mit der Schleiffeder 3 bei jeder Umdrehung einen kurzen Stromschluß erzeugt. Dieser Stromschluß geht von der Stromquelle 4 oder 5 aus, je nachdem die Schleiffeder 6 auf dem Segment 7 oder 8 schleift, und verläuft daher je nachdem in der einen oder anderen Richtung. In diesen Stromkreis (Stromkreis I) ist die Primärwicklung 9 einer Induktionsspule eingeschaltet, in deren Sekundärwicklung 10 hochgespannte Ströme erzeugt werden, deren Richtung davon abhängt, ob die Stromquelle 4 oder 5 eingeschaltet ist. Die in dieser Wicklung 10 erzeugten Ströme (Stromkreis II) springen über die Funkenstrecke 11, fließen durch den Elektromagnet 12 und legen dadurch den Kontakthebel 13 je nach der Stromrichtung auf die eine oder andere Seite um. Die Anwendung der Funkenstrecke 11 bezweckt, daß nur der starke Öffnungsstrom, nicht aber der schwache Schließungsstrom durch den Elektromagnet 12 fließt.

Je nach der Lage des Kontakthebels 13 geht von der Batterie 14 oder 15 ein Strom (Stromkreis III) durch den polarisierten Elektromotor 16 und dreht diesen in der einen oder anderen Richtung. Dadurch wird die Schnecke 17 und durch deren Vermittlung das mit den Segmenten 7 und 8 starr verbundene Zahnrad 18 in der einen oder anderen Richtung gedreht.

Die Schaltung ist nun derart gewählt, daß, wenn die Schleiffeder 6 auf dem Segment 7 liegt, der Elektromotor 16 dieses Segment so lange dreht, bis die Schleiffeder 6 auf die zwischen den Segmenten 7 und 8 befindliche Isolierschicht tritt.

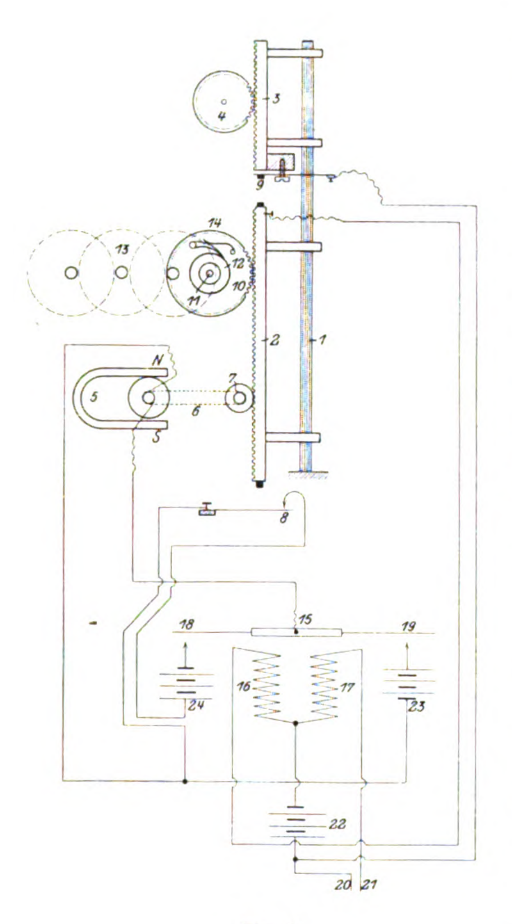


Fig. 3.

Liegt die Schleiffeder auf dem Segment 8, so wird dieses Segment durch den Elektromotor 16 so lange gedreht, bis die Schleiffeder wieder auf der Isolierschicht ruht. Wenn daher infolge einer Verdrehung der Welle die Schleiffeder 6 sich gegenüber dem Kontakt 2 verstellt, so eilt das Zahnsegment 18 so lange nach, bis die Schleiffeder wieder auf der Isolierschicht angelangt ist. Die Schnecke 17 wird mit einem Zeiger versehen, der an einem Gradbogen spielt, so daß an diesem der Verdrehungswinkel der Welle direkt abgelesen werden kann; nötigenfalls wird zur Übersetzung ins Langsame ein Zwischenrad eingeschaltet. Durch Vermittlung des Schneckenrads 19 und der Radrollen 20 und 21 wird der Schreibstift 22 gehoben und gesenkt und dadurch der Verdrehungswinkel auf der Trommel 23 aufgezeichnet.

In Fig. 3 ist ein Torsionsdynamometer dargestellt, bei dem die von der Welle abgegebene Leistung durch das Produkt aus Umdrehungszahl und Torsionswinkel durch ein Zählwerk registriert wird. Auf dem feststehenden Gestänge 1 sitzen verschiebbar die Zahnstangen 2 und 3. Die Zahnstange 3 wird vermittels des Zahnrads 4 entsprechend der Richtung und dem Grad der Torsion der Welle mehr oder weniger nach oben oder nach unten geschoben. Die Zahnstange 2 kann

vermittels des polarisierten Motors 5, der Kette 6 und des Zahnrads 7 ebenfalls auf- und abbewegt werden.

Der Weg dieser Zahnstange 2 ist begrenzt, und zwar nach oben durch die Zahnstange 3 und nach unten durch die Kontaktfeder 8. Beim Aufwärtsgehen der Zahnstange 2 berührt diese zunächst die isoliert an der Zahnstange 3 angebrachte Kontaktfeder 9. Das Zahnrad 10 wird durch die Zahnstange 2 mitbewegt und sitzt lose auf der Achse 11. Auf dieser Achse sitzt einerseits ein fein gezahntes Sperrad 12 und andererseits ein Trieb, durch den das Zählwerk 13 angetrieben wird. Auf dem Sperrad 12 sitzt die Sperrklinke 14, die dieses Sperrad immer nur in der einen Richtung mitnimmt, wenn die Zahnstange 2 auf- und abgeht. Ein in der Mitte drehbar gelagerter Anker 15 eines Relais kann von der Spule 16 oder 17 nach der einen oder anderen Seite gelegt werden, wodurch der Kontakt 18 oder 19 geschlossen wird. Die Leitungen 20 und 21 führen zu einer Kontaktvorrichtung, die an der Welle, deren Torsion gemessen werden soll, angebracht ist und periodisch bei jeder Umdrehung oder nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen einen Stromschluß erzeugt.

Wird durch diese Kontaktvorrichtung der Strom geschlossen, so wird durch die Stromquelle, zum Beispiel durch die Batterie 22, ein Strom durch den Elektromagnet 17 gesandt und dadurch der Anker 15 nach rechts umgelegt. Hierdurch wird der Kontakt 19 geschlossen und der Strom geht von der Batterie 23 zum Motor 5. Dieser schiebt nun durch Vermittlung der Kette 6 und des Zahnrads 7 die Zahnstange 2 nach oben. Sobald das obere Ende der Zahnstange 2 die Kontaktfeder 9 berührt, geht ein Strom durch den Elektromagnet 16, wodurch der Anker 15 nach links gelegt wird; der Motor 5 erhält nun von der Batterie 24 Strom, und zwar in umgekehrter Richtung wie von der Batterie 23; er dreht sich daher nunmehr in umgekehrter Richtung und schiebt dadurch die Zahnstange 2 nach unten. Sobald diese mit ihrem unteren Ende die Feder 8 berührt, wird der Stromkreis des Motors unterbrochen und dieser bleibt stehen.

Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, als durch die Kontaktvorrichtung der Welle der Stromkreis geschlossen wird. Dadurch wird jedesmal eine dem Torsionswinkel entsprechende Strecke durch das Zählwerk registriert. Letzteres registriert also das Produkt aus Umdrehungszahl und Torsionswinkel. Berücksichtigt man beim Übersetzungsverhältnis des Zählwerks noch den Elastizitätsmodul des Wellenmaterials, so können an dem Zählwerk die durch die Welle übertragenen Drehmomente und dadurch die Pferdekraftstunden direkt abgelesen werden.



Ich habe einen Demonstrationsapparat hier aufgestellt, an dem ich Ihnen die einzelnen Funktionen meines Apparats erläutern möchte. Das Reichsmarineamt hat mir gestattet, einen Probeapparat für den Kreuzer Ersatz Kondor zu liefern, und dieser Apparat befindet sich zurzeit in Arbeit. Es ist meiner Ansicht nach zu erwarten, daß dieser Apparat den von mir gehegten Erwartungen entsprechen wird.

Diskussion.

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg:

Meine Herren! Durch die immer weiter um sich greifende Verwendung der Turbinen an Bord sind eine Reihe von Torsionsindikatoren konstruiert worden, um die auf die Schraube übertragene Turbinenleistung festzustellen. Herr Lux hat uns eine anscheinend sehr praktische Lösung derselben Aufgabe vorgetragen, wofür ich ihm unseren besten Dank ausspreche.

Beiträge.

XVIII. Unsere gegenwärtige Kenntnis der Vibrationserscheinungen bei Dampfschiffen.*)

Von Dr.-Ing. ***Otto Schlick****-Hamburg.*

In Anbetracht der anscheinenden Unmöglichkeit, die Vibrationen, die in jedem Dampfer mit größerer oder geringerer Heftigkeit auftreten, wissenschaftlich zu behandeln, wurden sie bis etwa Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts als ein unvermeidliches Übel angesehen.

Mit der allmählichen Zunahme der Maschinenkraft und der Geschwindigkeit der Dampfer häuften sich jedoch die Fälle, in denen die Vibrationen eine außerordentlich heftige Form annahmen immer mehr und man begann dieser Erscheinung eine größere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Vor siebenundzwanzig Jahren hatte ich auf einer Frühjahrsversammlung der Institution of Naval Architects (1884) die Ehre, einen Vortrag „Über die Vibrationen von Dampfschiffen" zu halten und ich glaube, dies war die erste Veröffentlichung eines Versuches, eine wissenschaftliche Erklärung der Vibrationserscheinungen zu geben.

Der Inhalt jenes Vortrages bestand hauptsächlich in dem damals zum erstenmal ausgesprochenen Satz, daß Vibrationen nicht durch eine Schwäche des Schiffskörpers verursacht werden, sondern daß sie hauptsächlich durch die Massenwirkung der sich hin und her bewegenden Teile der Maschinen erzeugt werden, wenn sie in einer Periode auftreten, die mit der der Biegungsschwingungen der Schiffsachse in einer Vertikalebene übereinstimmt.

In jenem Vortrage wurden aus diesem Grunde die Erscheinungen der Massenwirkung und der Resonanz näher besprochen.

Im Jahre 1891 hatte Herr Yarrow den glücklichen Gedanken, die Maschine eines Torpedobootes mit abgekuppelter Propellerwelle laufen zu lassen, so daß nur die

*) Dieser Beitrag ist im Juli 1911 als Vortrag in englischer Sprache auf dem 51jährigen Stiftungsfest der Institution of Naval Architects in London verlesen worden.

durch die hin und her bewegenden Teile der Maschine hervorgebrachten Trägheitskräfte zur Wirkung kamen. Es wurde hierbei klar ersichtlich, daß die hervorgerufenen Vibrationen ihre Ursache nur in dem Synchronismus der auftretenden Trägheitskräfte mit den Biegungsschwingungen der Längsachse des Schiffes in der senkrechten Mittelebene hatten.

Weitere Untersuchungen veranlaßten mich, das in der Praxis verschiedene Verhalten der Maschinentypen und den Einfluß des Aufstellungsortes der Maschine in einem Schiffe, je nachdem nur senkrecht wirkende Trägheitskräfte oder kippende Kräftepaare, oder diese beiden zusammen in Frage kommen, zu studieren. Unter anderen Dingen stellte ich die bemerkenswerte Tatsache fest, daß die gewöhnliche Triple-Expansionsmaschine, trotz der auftretenden Trägheitskräfte und kippenden Kräftepaare, die sie kennzeichnen, unter gewissen Verhältnissen und wenn sie an einer besonderen Stelle im Schiffe aufgestellt ist, sich hinsichtlich der Erregung von Vibrationen als harmlos erweist.

Es gelang mir ferner, eine einfache Formel aufzustellen, die es möglich machte, die Anzahl der Vibrationsschwingungen im voraus zu bestimmen und somit die kritische Tourenzahl bei dem ersten Entwurf der Maschine zu vermeiden.

Sobald erkannt war, daß die Mittel für die Vermeidung von Vibrationen nicht durch die Schiffsbauer, sondern durch die Maschinenkonstrukteure erbracht werden mußten, gingen die Bemühungen der letzteren darauf aus, die Massenwirkungen soviel als möglich zu neutralisieren, und das Resultat hiervon war die Erfindung der ausbalancierten Vierkurbelmaschinen, die von mir im Jahre 1894 vorgeschlagen wurden und sehr rasch unter dem Namen: „Das Yarrow, Schlick und Tweedy System“ in England Eingang fand.

Durch die Schaffung der ausbalancierten Kolbendampfmaschine war der erste Akt in der Lösung des Vibrationsproblems in gewissem Sinne beendet. Die außerordentlich heftigen Vibrationen, die der Massenwirkung der hin und her gehenden Teile der Maschinen zuzuschreiben sind, können mit Ausnahme eines geringen Restes, durch korrekte Ausbalancierung stets vermieden werden.

Nach diesem kurzen historischen Rückblick möchte ich nun zeigen, mit welchen Erscheinungen wir bei stehenden Kolbenmaschinen zu rechnen haben.

Diesen Punkt werde ich sehr kurz fassen, da ich zweifellos berechtigt bin anzunehmen, daß der wichtigste Teil der hierher gehörigen Dinge allgemein bekannt ist.

Wenn ein Schraubendampfer mit einer nicht ausbalancierten, aufrecht stehenden Kolbenmaschine ausgerüstet ist, werden in den meisten Fällen (bei einer besonderen Tourenzahl, der sogenannten „kritischen“) Vibrationen auftreten, die



in einer Biegung der Längsachse des Schiffes in einer senkrechten Ebene, wobei sich zwei sogenannte Knotenpunkte bilden, bestehen. Diese Vibrationen werden als „Vertikal-Vibrationen erster Ordnung" „von einfacher Frequenz" bezeichnet. Der letztere Ausdruck soll andeuten, daß der Schiffskörper eine solche Anzahl von Schwingungen pro Minute macht, die der Tourenzahl der Maschine genau entspricht.

Wenn die Tourenzahl pro Minute über die kritische Zahl hinausgeht, verschwinden die Vibrationen, um bei einer höheren Umdrehungszahl, die gewöhnlich etwas weniger als zweimal so groß ist, wieder zu erscheinen. Jetzt treten jedoch drei Knoten auf. Dies nennt man die „Vertikal-Vibration zweiter Ordnung". Die Frequenz bleibt jedoch eine einfache, da die Anzahl der Vibrationen und die Tourenzahl der Maschine hier ebenfalls miteinander übereinstimmen.

Bei sehr rasch laufenden Maschinen können auch noch Vibrationen der dritten Ordnung mit vier Knoten, wenn auch sehr selten, beobachtet werden. Soviel ich weiß, ist das Vorhandensein von Vibrationen noch höherer Ordnung bis jetzt nicht mit Gewißheit festgestellt worden.

Maschinen, die nur senkrechte Massenkräfte entwickeln, wie z. B. stehende Maschinen mit nur einer Kurbel, können, vorausgesetzt daß die Maschine in einem Knotenpunkt steht und die kritische Tourenzahl nicht beträchtlich überschritten wird, so daß keine Vibration von höherer Ordnung entstehen, niemals Vertikal-Vibrationen hervorrufen.

Anderseits verursachen solche Maschinen, die kippende Kräftepaare, aber keine senkrechten Kräfte erzeugen, an einer Knotenstelle aufgestellt Vibrationen, vorausgesetzt, daß sie die zu der fraglichen Vibrationsordnung gehörende kritische Tourenzahl annähernd erreichen. Dies ist beispielsweise der Fall bei Maschinen mit drei um 120° zueinander versetzten Kurbeln, bei denen alle sich bewegenden Teile dasselbe Gewicht haben.

Gewöhnliche Triple-Maschinen mit um 120° zueinander versetzten Kurbeln und Vierkurbelmaschinen mit um 90° zueinander versetzten Kurbeln, welche senkrechte Kräfte sowie kippende Kräftepaare erzeugen und gewöhnlich das Schiff sehr heftig in Vibrationen versetzen, können sich sonderbarerweise unter gewissen Umständen ganz passiv verhalten.

Die Bedingungen, unter denen dies stattfindet, sind die folgenden: In den beiden extremsten Lagen der schwingenden Längsachse des Schiffes denke man sich am Aufstellungsort der Maschine Tangenten angelegt, die sich in einem Punkt nahe hinter dem zu der fraglichen Vibrationsordnung gehörenden Knoten schneiden. Wenn das Produkt der verschiedenen Gewichte der sich senkrecht bewegenden Massen multipliziert mit dem Abstand der entsprechenden Kolbenachse von

dem Schnittpunkt der erwähnten Tangenten, dasselbe für jeden Zylinder ist, werden keine Vibrationen eintreten.

Bei Doppelschraubenschiffen mit zwei genau gleichen voneinander unabhängigen Maschinen werden, wie man leicht verstehen wird, Interferenzerscheinungen als eine Folge der durch die Massenwirkung hervorgebrachten senkrechten Kräfte eintreten. Wenn die hin und her gehenden Kolben analoger Zylinder gleichzeitig in derselben Richtung bewegt werden, ergänzen sich die dadurch erzeugten Trägheitskräfte und es werden sehr heftige senkrechte Vibrationen entstehen. Da jedoch die beiden Maschinen nicht mit genau der gleichen Geschwindigkeit laufen, wird die Kurbel der einen nach einer kurzen Weile der anderen um 180 ° vorgeeilt sein und die beiden erzeugten Gruppen von Trägheitskräften werden dann gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung wirken und sich somit gegeneinander aufheben, so daß die Vertikal-Vibrationen für eine kurze Zeit verschwinden.

Da die beiden Maschinen jedoch in einer gewissen Entfernung voneinander in der Dwarsschiffrichtung aufgestellt sind, bilden die jetzt in entgegengesetzten Richtungen wirkenden senkrechten Trägheitskräfte ein Kräftepaar, das dem Querschnitt des Schiffskörpers am Aufstellungsort der Maschinen eine seitliche Schwingung erteilt, ähnlich der Rollbewegung des Schiffes. Diese Schwingungen werden dem ganzen Schiff in der Form von Torsions-Vibrationen mitgeteilt und sind von einfacher Frequenz, bezogen auf die Tourenzahl der Maschine.

Wenn unausbalancierte Maschinen in Doppelschraubenschiffen aufgestellt sind, treten daher periodische, abwechselnd Vertikal- und Torsions-Vibrationen auf und die Periode, die bis zum Eintritt des nächsten Maximum des Vibrationsausschlages vergeht, entspricht der Zeit, binnen welcher eine Maschine der anderen um eine vollständige Umdrehung voraneilt.

Wenn richtig ausbalancierte Maschinen aufgestellt sind, ist natürlicherweise keine weitere Ursache für die hier erläuterten Vertikal- und Torsions-Vibrationen von einfacher Frequenz vorhanden. Wir werden zwar weiter unten sehen, daß beide Vibrationsarten von höherer Frequenz nichtsdestoweniger in geringem Grade noch auftreten können und daß auch noch schwache Vertikal-Vibrationen von einfacher Frequenz auch hier und da vorkommen.

Wie bereits erwähnt, wurde das Vibrationsproblem bereits 1894 durch die Erfindung der ausbalancierten Kolbenmaschine als gelöst angesehen und wirklich kommen Vibrationen von einfacher Frequenz in mit diesen Maschinen ausgerüsteten Schiffen tatsächlich auch nicht mehr annähernd in dem früher aufgetretenen Maße vor. Nachdem das Hauptübel beseitigt war, fand man jedoch, daß schwache Erschütterungen, welche früher durch heftige Vibrationen verdeckt gewesen und



somit der Beobachtung entgangen waren, immer noch auftraten. Die Ansprüche bezüglich des ruhigen Verhaltens eines Dampfers waren inzwischen bedeutend höher geworden, und ich stand nun vor der Frage, was die Ursache dieser restlichen Vibrationen sein könnte und wie sie zu beseitigen seien. Bezüglich der Natur dieser restlichen Vibrationen mögen hier die folgenden Beobachtungen Platz finden. In den meisten Fällen traten Vertikal-Vibrationen (Biegungen der Längsachse in der senkrechten Ebene) von einfacher Frequenz immer noch auf, obschon in bedeutend schwächerem Maße, und bei Doppelschraubendampfern war auch fast immer ein periodisches Schwanken der Intensität bemerkbar. Es erhielt so den Anschein, als ob die Maschine immer noch unvollständig ausbalanicert sei. Ferner zeigten sich noch sowohl Vertikal- als auch Torsions-Vibrationen, die, wenn auch von geringerer Amplitude, doch noch unangenehm empfunden wurden, weil ihre Frequenz eine sehr große, gewöhnlich eine Drei- und Vierfache, war.

Es kostete mich viel Zeit und Mühe, ehe ich die Ursache dieser Erscheinungen mit Sicherheit zu ermitteln vermochte und ich bin der Stettiner Maschinenbau - Aktiengesellschaft Vulcan, der Hamburg-Amerika-Linie und dem Norddeutschen Lloyd für die Bereitwilligkeit, mit welcher sie mir gestatteten, diese Untersuchungen zu machen, und für die verbindliche Art und Weise, in der sie mir Unterstützung angedeihen ließen, zu großem Dank verpflichtet.

In erster Linie wurde wiederholt das Experiment gemacht, die Maschinen der großen transatlantischen Dampfer der vorerwähnten Gesellschaften mit ihrer kritischen Tourenzahl bei abgekuppelten Propellern laufen zu lassen, und es zeigte sich hierbei, daß unter diesen Umständen auch nicht die geringste Spur der früher empfundenen Vibrationen festzustellen war. Dies bewies folgerichtig, daß die Vibrationen nicht durch die mangelhafte Ausbalancierung verursacht waren. Die Ursachen mußten somit anderswo gesucht werden.

Es würde zu weit gehen, wenn ich hier die Art und Weise beschreiben sollte, in der ich meine Versuche zu Ende führte. Ich suchte zuerst mit Hilfe des von mir konstruierten Pallographen zu bestimmen, in welchen Stellungen der Kurbel die größte Amplitude eintrat, was wiederum einen Schluß auf die Stellung, in welcher der Impuls sein Maximum erreichte, zuließ, da letzteres stets eine Viertelschwingung dem Eintritt des Maximalausschlages voraus sein muß. *)

*) Die ersten Experimente, die ich in Verbindung mit diesen Untersuchungen machte, wurden von mir bei einer Probefahrt des Dampfers „Deutschland" gemacht; ich legte sie der Institution of Naval Architects im Jahre 1901 in meinem Vortrage „On some experimets made on board the atlantic liner „Deutschland" during her trial trip in June 1900" vor. — Später wurde die dort beschriebene Methode wesentlich verbessert.



Es stellte sich sehr bald heraus, daß die Vertikal-Vibrationen in keiner Weise in ein festes Verhältnis zu der Kurbelstellung gebracht werden konnten. Bei den einzelnen Schiffen trat die Maximal-Amplitude bei verschiedenen Kurbelstellungen auf und selbst in ein und demselben Dampfer änderten sich die Verhältnisse mit der Zeit. Andererseits trat es klar zutage, daß der Augenblick, in dem die Enden des Schiffes durch den mittleren Punkt ihrer Aufwärtsschwingung hindurchgingen und somit auch der Augenblick des größten Impulses stets mit demjenigen zusammenfiel, in dem ein bestimmter Flügel eines jeden Propellers (die Versuche wurden fast ausschließlich bei Doppelschraubenschiffen vorgenommen) eine fast genau horizontale Lage nach außen zu einnahm, d. h., wenn beide Flügel sich gleichzeitig von ihrer oberen Stellung nach unten hin bewegten. Hierbei wird die Voraussetzung gemacht, daß, wie es gewöhnlich ausgedrückt wird, die Propeller sich nach außen drehen. Wenn dagegen die betreffenden Flügel in verschiedenen Winkeln standen, d. h., wenn einer horizontal nach innen, während der andere horizontal nach außen wies, ein Fall, welcher eintritt, wenn eine Maschine der anderen um 180 ° vorausgeeilt ist, verschwanden die Vertikal-Vibrationen von einfacher Frequenz oder erreichten wenigstens ein Minimum. Während die eine Maschine um eine volle Umdrehung der anderen vorauseilte, nahmen die Vibrationen von einem Maximum bis zu einem Minimum ab und stiegen dann wieder auf ein Maximum an.

Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, daß ein Flügel eines jeden der beiden Propeller einen größeren tangentialen Widerstand findet als die anderen, und die Ursache davon ist in der nur um wenig größeren Steigung des betreffenden Flügels zu suchen. Der Unterschied in der Steigung ist dabei so gering, daß er selten mit Hilfe der gewöhnlichen Vorrichtungen (Pitchometer) entdeckt werden kann.

Um dies richtig zu verstehen, muß man sich vergegenwärtigen, daß die Beschleunigung dem Wasser durch den Propeller bereits in gewissem Grade mitgeteilt wird, ehe die Teilchen die vordere Kante der Flügel erreichen. Der Winkel, in dem die Propellerflügel die Stromlinien des gegen das schräg nach oben anströmende Wasser schneiden (Slipwinkel), muß somit ein sehr kleiner sein, wahrscheinlich etwa 3 Grad. Wenn die Steigung der verschiedenen Flügel nicht genau dieselbe ist, hat derjenige, der eine nur sehr wenig größere Steigung besitzt als der andere, einen beträchtlich größeren Tangentialwiderstand, während ein anderer mit kleinerer Steigung sich im Wasser fast ohne Widerstand drehen kann. Während sich der Flügel mit dem größten Widerstand im Verlaufe einer Umdrehung von der oberen Stellung nach unten zu bewegt, teilt er der Propellerwelle einen Druck nach oben



mit und hat das Bestreben, den hinteren Teil des Schiffes nach oben zu ziehen, wodurch Vertikal-Vibrationen von einer Periode, die gleich der Zeit einer Umdrehung der Maschine ist, erzeugt werden, d. h. also Vibrationen von einfacher Frequenz, die gewöhnlich erster Ordnung sind und zwei Knoten haben. Das Vorkommen von Vertikalvibrationen von einfacher Frequenz läßt sich somit in Schiffen mit ausbalancierten Maschinen auf ganz natürliche Weise erklären.

Es kann, ebenso wie ein Steigungsunterschied der Propellerflügel hinreicht, um Vibrationen von einfacher Frequenz in Dampfern mit ausbalancierten Maschinen zu erzeugen, ein gleicher Unterschied die durch die Wirkung der Trägheitskräfte einer unausbalancierten Maschine hervorgerufene Vibration einfacher Frequenz zerstören, wenn diese beiden Vibrationsursachen stets in zueinander entgegengesetzten Richtungen wirken und sich in ihrer Wirkung ziemlich gleich kommen. Wie ich bereits in meinem Vortrage von 1884 „Über die Vibrationen von Dampfschiffen" gesagt habe, läßt sich dies manchmal leicht erreichen, indem man den Propeller bei der Kupplung der Transmission so dreht, daß er mit den Kurbeln einen anderen Winkel bildet.

Die auffallenden Vibrationserscheinungen, die bei Gelegenheit der experimentellen Versuche mit verschiedenen Winkelstellungen der Kurbeln des englischen Kriegsschiffes „Terrible" beobachtet wurden, finden ihre einfache Erklärung in leichten Unterschieden in der Steigung der Propellerflügel.

Daß Unterschiede in der Steigung der einzelnen Flügel bis zu einem hohen Grade schädlich sein können, ist seit langem bekannt; aber geringfügige derartige Unterschiede, deren Vorhandensein kaum nachgewiesen werden konnte, hielt man bisher nicht von großem Einfluß.

Der Erfolg dieser Untersuchungen hat den weiteren Vorteil, daß er klar nachweist, welche großen Unterschiede zwischen dem durch einzelne Propellerflügel ausgeübten tangentialen Drucke und in der Beanspruchung der Flügel vorhanden sind. Die Flügelbrüche, die so häufig vorkommen, finden somit eine Erklärung einfachster Art. Es ist aus diesen Erwägungen ebenfalls einleuchtend, wie notwendig es ist, daß in allen Fällen, wo gewünscht wird, selbst die geringsten Vibrationen von einfacher Frequenz zu vermeiden und eine besonders gute Wirkung des Propellers zu erzielen, die Flügel mittels einer Maschine bearbeitet sind, so daß eine genaue Gleichmäßigkeit sowohl hinsichtlich der Form als auch der Steigung erreicht wird. Wenn die Propellerflügel genau eingestellt sind, verschwinden die Vibrationen von einfacher Frequenz; natürlich vorausgesetzt, daß die Maschinen richtig ausbalanciert sind.

Es ist auch ein Versuch gemacht worden, die Ursachen der Vibrationen von einfacher Frequenz durch Ungleichheiten in den Drehmomenten zu erklären. Theoretische Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß die die Vibration hervorbringenden Impulse dieser Art nicht hinreichen, um die beobachteten Wirkungen zu erzeugen, und genaue Rechnungen haben gelehrt, daß dies zutreffend ist.

Bei allen Doppelschraubendampfern zeigt eine Untersuchung des von dem Pallographen gezeichneten Diagramms periodisch auftretende Vertikalvibrationen von vierfacher oder dreifacher Frequenz, je nachdem der Propeller vier oder drei Flügel hat. In Dampfern, die ursprünglich mit dreiflügeligen Propellern ausgerüstet waren und die Vertikal-Vibrationen von dreifacher Frequenz aufwiesen, verschwanden die letzteren, sobald die dreiflügeligen Propeller durch solche mit vier Flügeln ersetzt worden waren.

Diese Erscheinungen erklären sich folgendermaßen: Die relative Bewegung des längs des hinteren Teiles des Schiffes entlang fließenden Wassers findet nicht genau in horizontaler Richtung statt, sondern infolge der großen Heckwelle bewegt sich der Wasserstrom in einer nach hinten ansteigenden Kurve, wie in Fig. 1 abgebildet ist. Infolgedessen begegnet jeder Propellerflügel einem größeren Widerstande, wenn er sich von oben nach unten bewegt, bis er etwa horizontal ist, d. h. wenn er die durch A oder A^1 bezeichnete Stellung in der Fig. 2 erreicht hat, als wenn er sich in der hierzu entgegengesetzten Stellung befindet. Wenn nun die beiden vierflügeligen Propeller gleichzeitig eine Stellung annehmen, in der einer der Flügel wagerecht nach außen zeigt, wie in Fig. 2 abgebildet, so wird jeder Propellerwelle ein Druck nach oben erteilt. Diese beiden Kräfte vereinigen sich in dem Bestreben, das Hinterschiff hochzuheben. Ihre Größe nimmt jedoch beträchtlich ab, wenn die beiden Propeller sich um 45° weiter gedreht und somit eine Stellung wie in Fig. 3 abgebildet erreicht haben. Dieser Vorgang wiederholt sich bei jeder Umdrehung der Maschine viermal, also dreimal bei den dreiflügeligen Propellern, und bringt demgemäß Vertikalvibrationen von vierfacher resp. dreifacher Frequenz hervor.

Wenn bei vierflügeligen Propellern eine der beiden Maschinen der anderen um einen Winkel von 45° vorgeeilt ist, so ergibt sich, daß, während ein Flügel des einen Propellers wagerecht nach außen zeigt und somit die Stellung des größten Widerstandes einnimmt, zwei andere Flügel des anderen Propellers einen Winkel von 45° mit dem horizontalen der ersten Propeller bilden, wie in Fig. 4 abgebildet. Die beiden geneigten Flügel werden dann zusammen einen etwas geringeren, aufwärts gerichteten Druck auf die Welle ausüben als der horizontale Flügel des anderen Propellers. Wenn beide Propeller sich um einen weiteren Winkel von 45° gedreht



haben, treten die analogen Kräfte wieder auf, jedoch mit dem Unterschiede, daß die beiden Propeller ihre Stellungen gegenseitig ausgetauscht haben. Auf diese Weise werden während einer einfachen Umdrehung acht aufwärtsgerichtete Impulse erzeugt, die auf den hinteren Körper des Schiffes wirken und demgemäß Vibrationen von der achtfachen Frequenz erzeugen, die zwar gewöhnlich von sehr geringer Amplitude und kaum bemerkbar sind.

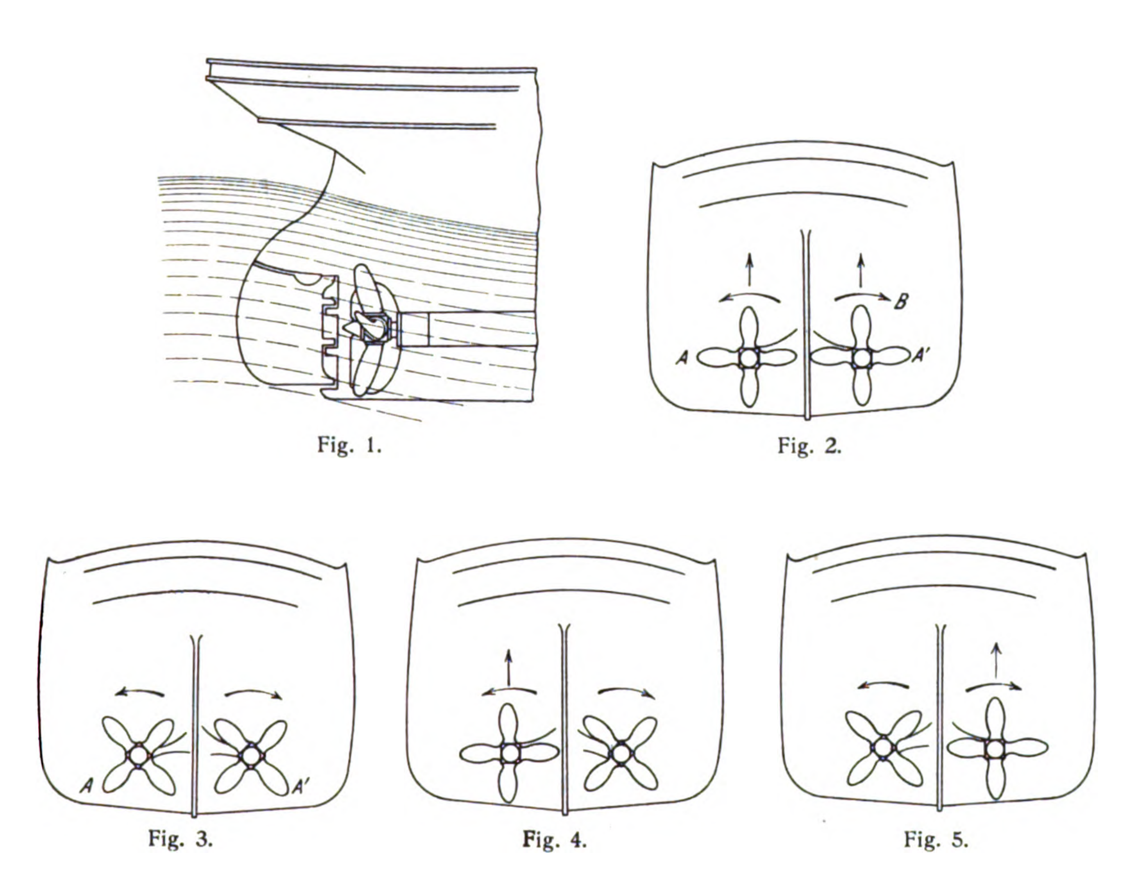


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Der aufwärts gerichtete Impuls wirkt abwechselnd auf der Steuerbord- und Backbordseite, wie in Fig. 4 und 5 veranschaulicht, und erzeugt, wie leicht zu übersehen, gleichzeitig Torsions-Vibrationen von der vierfachen Frequenz (von der dreifachen bei dreiflügeligen Propellern). Wenn nach einer Weile die eine Maschine der anderen weiter um 45° voreilt, verschwinden die Vertikal-Vibrationen von achtfacher Frequenz und weichen anderen von vierfacher Frequenz; gleichzeitig verschwinden jedoch die Torsions-Vibrationen ebenfalls, und so geht es weiter, bis bei einem weiteren Voreilen einer Maschine von 45° das Spiel von neuem beginnt. Auf diese Weise können die periodisch auftretenden Maxima der Vibrationserscheinungen erklärt werden.

Die während meiner langjährigen Untersuchungen erzielten Resultate sind durch die Erfahrung so oft bestätigt worden, daß jetzt nicht mehr der geringste Zweifel bezüglich ihrer Zuverlässigkeit obwalten kann.

Um einen allgemeinen Überblick über den Gegenstand zu ermöglichen, werde ich nochmals die Erscheinungen kurz wiederholen, die in einem mit richtig ausbalancierten Maschinen ausgerüsteten modernen Doppelschraubendampfer auftreten. Ein Dampfer dieser Art zeigt gewöhnlich periodisch auftretende Vertikal-Vibrationen von einfacher Frequenz, die von der fehlerhaften Steigung eines Flügels eines jeden Propellers herrühren. Wenn die Propeller maschinell bearbeitet sind, verschwinden diese Vibrationen. Ferner treten Vertikal-Vibrationen von solchen Frequenzen auf, die dem Produkt aus der Anzahl der Flügel eines Propellers multipliziert mit der Umdrehungszahl entspricht und die periodisch mit anderen Vertikal-Vibrationen abwechseln, deren Frequenzen zweimal so groß sind. Jeder Doppelschraubendampfer zeigt außerdem mehr oder weniger heftige Torsions-Vibrationen, die in ihrer Anzahl pro Minute gleichfalls dem Produkte der Tourenzahl multipliziert mit der Anzahl der Flügel eines der Propeller gleichkommen.

Wenn ein mit einer richtig ausbalancierten Maschine ausgerüsteter Einschraubendampfer betrachtet wird, werden zuerst Vibrationen von einfacher Frequenz erscheinen, wenn wegen einer fehlerhaften Steigung einer der Propellerflügel einen größeren tangentialen Druck ausübt als die anderen. Ein ferneres Kennzeichen ist, daß die Vertikal-Vibrationen von einer Frequenz, die mit der Flügelzahl des Propellers übereinstimmt, und ferner Torsions-Vibrationen auftreten, die gewöhnlich von beträchtlicher Heftigkeit sind und deren Frequenz ebenfalls der Flügelzahl gleichkommt. Alle diese verschiedenen Vibrationen zeigen jedoch keine periodische Zunahme und Abnahme, wie man sie bei Doppelschraubendampfern findet; ihre Intensität bleibt konstant.

Die Torsions-Vibrationen von Einschraubendampfern sind jedoch einer anderen Ursache zuzuschreiben als diejenigen, die bei Doppelschraubendampfern vorliegen. Im ersteren Falle erfährt jeder Propellerflügel den größten Widerstand, wenn er sich in seiner oberen senkrechten Stellung oder etwas über diese hinaus in der Rotationsrichtung befindet. Der Unterschied in dem tangentialen Druck, den der Flügel während einer Umdrehung auszuüben hat, ist in diesem Falle beträchtlich größer als es bei dem Propeller eines Doppelschraubendampfers der Fall ist. Da jedoch die Massen der bewegten Teile der Maschine wie bei einem Schwungrade eine gleichmäßige Umdrehungsgeschwindigkeit aufrecht zu erhalten suchen, wird eine Zunahme der Torsionsbeanspruchung jedesmal, wenn ein Flügel durch den Schraubenrahmen in der oberen senkrechten Stellung hindurchgeht, auf die Tunnel-



welle und von da auf das Maschinenfundament übertragen und strebt dann, den Querschnitt des Schiffes, wo die Maschine aufgestellt ist, in der entgegengesetzten Richtung zu der Drehrichtung des Propellers zu neigen. Auf diese Weise wird ein Impuls gegeben, der das Bestreben hat, Torsions-Vibrationen hervorzurufen.

Gemäß dem Vorhergehenden haben die Torsions-Vibrationen von Einschraubendampfern ihren Ursprung in dem von der Maschine eingenommenen Teil des Schiffes und nicht in dem hinteren Lager der Propellerwelle, wie dies bei Doppelschraubendampfern der Fall ist. Dies erklärt auch den Umstand, daß Torsions-Vibrationen gewöhnlich mit beträchtlicher Intensität in dem Vorschiff auftreten, während sie bei Doppelschraubendampfern allmählich nach dem Vorschiff zu abnehmen.

Mit der Einführung der ausbalancierten Kolbenmaschinen im Jahre 1894 war alles Erreichbare zur Vermeidung der Vibrationen getan und die früheren bei nicht ausbalancierten Maschinen beobachteten schweren Vertikal-Vibrationen sind in der Tat kaum noch bekannt.

Die in der oben beschriebenen Weise vorkommenden periodischen Torsions-Vibrationen von dreifacher oder vierfacher Frequenz wurden jedoch stets noch sehr unliebsam empfunden, namentlich bei schnellaufenden Passagierdampfern. Obgleich die Vibrationen bei Doppelschraubendampfern, die namentlich hier in Frage kommen, ihren Ursprung nur in dem Propeller haben, finden sie doch noch ihren Weg nach dem Vorschiff, so daß sie sich auch noch im Salon oft unangenehm fühlbar machen.

Es sind natürlich Versuche gemacht worden, das Übel zu beseitigen, sie waren aber meist nur von einem verhältnismäßig geringen Erfolge begleitet, denn das einzige uns zur Verfügung stehende Mittel für die Beseitigung dieser Torsions-Vibrationen besteht in der Verhütung der Resonanz oder, mit anderen Worten, in der Vermeidung der kritischen Impulszahl. Das einfachste Mittel, diesen Zweck zu erreichen, ist die Änderung der Anzahl der Propellerflügel, vorausgesetzt, daß dies mit Rücksicht auf andere Erwägungen zulässig erscheint.

Wenn ein mit dreiflügeligen Propellern ausgerüsteter Doppelschraubendampfer sehr starke Torsions-Vibrationen aufweist, kann das Übel in fast allen Fällen ziemlich ganz beseitigt werden, wenn die Propeller durch andere mit vier Flügeln ersetzt werden. Andererseits habe ich beobachtet, daß bei einem sehr großen Dampfer die Vibrationen fast vollständig verschwanden, als in Ausführung eines Vorschlages von mir die vierflügeligen Propeller durch solche mit drei Flügeln ersetzt wurden. Eine derartige Maßregel ist jedoch manchmal von unliebsamen sekundären Erscheinungen begleitet, denn die durch eine geänderte Flügelzahl



geänderte Frequenz der Impulse fällt häufig mit der kritischen Impulszahl für Vertikal-Vibrationen höherer Ordnung zusammen. Es wird dann wohl möglich, die Torsions-Vibrationen nahezu zu vermeiden, aber an deren Stelle treten Vertikal-Vibrationen, die von der drei- oder vierfachen Frequenz sind, je nach der Flügelzahl des Propellers. Diese letzteren Vibrationen sind im allgemeinen weniger unangenehm als die Torsions-Vibrationen.

In solchen Fällen, wo es wünschenswert ist, die Ausgabe für neue Propeller mit anderer Flügelzahl zu vermeiden, gibt es noch einen anderen Weg, der zwar in der Regel nur einen teilweisen Erfolg hat. Er besteht darin, daß man einem der Propeller, vorausgesetzt, daß er verstellbare Flügel besitzt, eine andere Steigung gibt, so daß bei normaler Geschwindigkeit des Schiffes die eine Maschine pro Minute eine um etwa 5 bis 7 % höhere oder geringere Tourenzahl hat. Die Periode, innerhalb der die Torsions-Vibrationen auf ein Maximum anschwellen und wiederum auf ein Minimum heruntergehen, wird auf diese Weise beträchtlich verkürzt und die Vibrationen erreichen dann niemals die Intensität, welche sie in dem Falle erreichen, wo die beiden Maschinen mit fast genau der gleichen Tourenzahl arbeiten. Dies wird durch den Umstand erklärt, daß unter diesen Verhältnissen die Intensität des Impulses mit großer Geschwindigkeit zunimmt und ihr Maximum erreicht, ehe die schwingenden Massen zu einem solchen Grade beschleunigt werden können, daß die Schwingungsamplitude nur annähernd so groß wird wie sie in dem Fall sein würde, wenn sich das Anwachsen der Impulsintensität über eine längere Periode erstreckte. Inzwischen ist aber schon wieder das Intensitäts-Minimum eingetreten.

Auf demselben Prinzip beruhen die Bemühungen, die Torsions-Vibrationen von Doppelschraubenschiffen dadurch zu verringern, daß man dem einen Propeller vier Flügel und dem anderen nur drei gibt. In manchen Fällen ist diese Methode von befriedigendem Erfolge begleitet gewesen. Es ist begreiflich, daß bei diesen zuletzt beschriebenen Methoden die Geschwindigkeit des Schiffes immer bis zu einem gewissen Grade ungünstig beeinflußt wird.

Mit der Einführung der Dampfturbine traten die Vibrationserscheinungen in eine neue Phase. Da bei der Turbine jede periodische Massenwirkung rechtwinklig zur Längsachse des Schiffes unmöglich wird und da ferner das Drehmoment vollständig gleichförmig ist, sind alle Störungen, welche bei der unausbalancierten Kolbenmaschine Vibrationen erzeugen, vollständig vermieden. Demgemäß wurde zuerst sogar von Fachleuten behauptet, es sei ein ungeheurer Vorteil der Dampfturbinen, daß sie den mit ihnen ausgerüsteten Schiffen keinerlei Vibration zu



erteilen vermöchten. Diese Ansicht, die zu jener Zeit häufig ausgesprochen wurde, bewies, wie wenig man die Vibrationserscheinungen verstanden hatte.

Die dem Propeller zuzuschreibenden Vibrationen müssen bei Turbinendampfern in ähnlicher Weise vorkommen, wie sie bei mit ausbalancierten Kolbenmaschinen versehenen Dampfern auftreten; aber wegen der verhältnismäßig sehr hohen Umdrehungsgeschwindigkeit der Propeller in diesen Schiffen ist die Frequenz ihrer Vibrationen pro Zeiteinheit beträchtlich höher.

Beispielsweise, wenn ein dreiflügeliger Turbinenpropeller 200 Touren pro Minute macht und nur zwei Propellerwellen vorhanden sind, werden 600 (oder 1200) Vertikal-Vibrationen pro Minute auftreten, und diese Anzahl wird auf 800 (resp. 1600) steigen, wenn die Propeller von dem vierflügeligen Typ sind. Die Zahl 200 für die Touren muß jedoch als ziemlich die untere Grenze dafür angesehen werden und wird nur bei sehr großen Dampfern angetroffen. In den meisten Fällen muß man mit 400—500 Touren pro Minute rechnen und dann kommen Vibrationsfrequenzen bis zu etwa 1500—3000 pro Minute oder 25—50 Schwingungen pro Sekunde vor.

Die Amplitude dieser Vibrationen, die nur durch den Propeller verursacht werden, ist unter sonst gleichen Verhältnissen im allgemeinen geringer bei Turbinendampfern als bei Dampfern mit Kolbenmaschinen, da in jenem die während einer Umdrehung verrichtete Arbeit und somit auch der Vibrationen hervorbringende Impuls im umgekehrten Verhältnis zu der bezüglichen Tourenzahl geringer ist. Die außerordentlich hohe Frequenz der Vibrationen von Turbinendampfern hat jedoch für die Passagiere und für die Mannschaft großes Unbehagen zur Folge und ist für diese Schiffe ein Nachteil.

Andererseits ist ein günstiger Faktor, daß die unliebsamen Torsions-Vibrationen sich nach dem Vorschiff schneller abschwächen, als dies oft in den mit Kolbenmaschinen ausgerüsteten Dampfern der Fall ist. Diese Erscheinung läßt sich wie folgt erklären: Nach der Theorie ist die Übertragungsgeschwindigkeit der Torsions-Schwingungen in der Längsachse eines Schiffes bei Dampfern ähnlicher Typen und nicht zu stark voneinander abweichenden Dimensionen annähernd die gleiche. Wenn nun die Schwingungsfrequenz pro Zeiteinheit verhältnismäßig gering ist, wie z. B. bei den mit Kolbenmaschinen ausgerüsteten Schiffen, werden einige große Wellen in der Längsachse auftreten, d. h. es werden sich nur wenige Knoten in den Torsions-Vibrationen zeigen. Wenn andererseits die Frequenz eine sehr hohe ist, wie bei Turbinendampfern, wird eine große Anzahl kleiner Wellen und eine große Menge Knoten gebildet werden. Da man nun annehmen kann, daß wegen der dämpfenden Wirkung die Vibrationen nach einer gewissen Anzahl

Schwingungen aufhören oder, mit anderen Worten, daß, nachdem sie in eine bestimmte Entfernung von ihrem einen gewissen Vielfachen ihrer Wellenlänge entsprechenden Ursprunge gelangt sind, absterben, wird mithin die Stelle, bei der die Vibrationen nicht mehr unangenehm gefühlt werden, bei Turbinenschiffen bedeutend näher dem hinteren Ende des Schiffskörpers liegen, als bei den mit Kolbenmaschinen ausgerüsteten Dampfern.

Die Verwendung von Torsionsindikatoren für die Bestimmung der durch Dampfturbinen entwickelten Pferdestärken hat uns ein Mittel geliefert, um interessante Einsicht bezüglich der Schwankungen des Widerstandes zu gewinnen, dem die Propellerflügel während einer Umdrehung ausgesetzt sind. Man kann z. B. annehmen, daß einer der äußeren Propeller eines Turbinendampfers mit drei oder vier Wellen, wie in Fig. 6 und 7 abgebildet, drei Flügel besitzt. Wenn dann der Verdrehungswinkel der Transmission in dem Augenblick gemessen

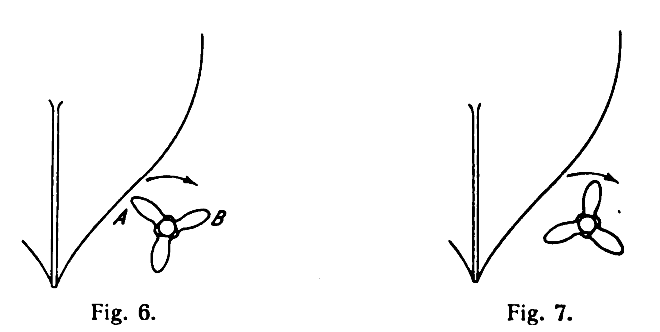


Fig. 6. Fig. 7.

wird, in welchem der Propeller sich in der in Fig. 6 abgebildeten Stellung befindet, d. h., bei der die Spitze eines Flügels sich zunächst der Außenhaut des Schiffes befindet, wird sich ein größerer Winkel ergeben als in dem Fall, in dem der Verdrehungswinkel in der in Fig. 7 abgebildeten Stellung gemessen wird. Dies erklärt sich durch den Umstand, daß die der Außenhaut zunächst liegende Spitze des Flügels die Wasserschicht erfaßt, die durch die benetzte Oberfläche infolge der Vorwärtsbewegung des Schiffes mitgezogen wird und die Wasserteilchen an dieser Stelle mit beträchtlicher Geschwindigkeit vorwärts bewegt. In diesem Augenblicke begegnet der fragliche Flügel einem beträchtlich größeren Widerstande, und eine größere Verdrehung der Welle muß demgemäß in dem Augenblicke eintreten als in dem Falle, wo der Propeller die in Fig. 7 abgebildete Stellung einnimmt, d. h. wenn die Spitzen zweier Flügel von der Außenhaut des Schiffes weiter entfernt liegen.

Dieser erhöhte Widerstand eines Flügels erzeugt in der bereits beschriebenen Art und Weise einen einseitigen Druck auf das Hinterlager, wodurch zusammen mit dem durch den Propeller auf die Welle an der anderen Schiffsseite erzeugten Druck Torsions-Vibrationen hervorgerufen werden. Diese Vibrationen treten wegen des großen Abstandes zwischen den beiden Wellen mit besonderer Heftigkeit auf.

Da ferner infolge der großen Heckwelle das Wasser am Hinterschiff in schräger Richtung nach oben abfließt, so liegt es auf der Hand, daß die Umdrehungsrichtung der Propeller mit Rücksicht auf die Vibrationen keine zu vernachlässigende Sache ist. Wenn die rotierende Bewegung nach außen erfolgt, wie in Fig. 6 durch den Pfeil angegeben, wird der Flügel A aus dem oben erwähnten Grunde einen besonders großen Widerstand finden und infolgedessen einen Druck nach unten ausüben. In dieser Stellung begegnet aber der Flügel B ebenfalls einem größeren tangentialen Widerstand, weil er gegen die Wasserteilchen der Heckwelle drückt, welche sich hier schräg nach oben bewegen und dadurch einen Druck nach oben erzeugen. Die von den Flügeln A und B radial zu der Welle erzeugten Druckkräfte neutralisieren sich somit teilweise. Wenn andererseits die Umdrehungsrichtung des Propellers umgekehrt ist, d. h., wenn letzterer sich nach innen dreht, wird, wie leicht zu übersehen, keine Neutralisierung der radialen Druckkräfte der vorerwähnten Art stattfinden und die Anordnung wird infolgedessen von Vibrationen von etwas größerer Heftigkeit begleitet sein.

Bei Turbinendampfern kommt noch ein Umstand hinzu, der dazu beiträgt die Vibrationen zu verstärken. Es ist dies die Neigung, die der Propellerwelle gewöhnlich gegeben werden muß, weil wegen des großen Durchmessers der Turbinengehäuse ihr innerhalb des Schiffes belegenes Ende gewöhnlich bedeutend höher liegt, als in einem Schiffe mit Kolbenmaschinen. Infolge hiervon macht die Bewegungsrichtung nach den Propellern strömenden Wassers einen noch größeren Winkel mit der Mittellinie des letzteren als der ist, den die Strömungsrichtung des Wassers der Heckwelle gewöhnlich mit der Propellerwelle von Kolbenmaschinen bildet.

Aus dem, was hier gesagt worden, ist es zweifellos klar, daß für die Beseitigung oder Verringerung der Vibrationen bei Turbinendampfern in Wirklichkeit nur eine Methode übrig bleibt, nämlich die der Verhütung von Resonanz oder, mit anderen Worten, die Verhütung der kritischen Tourenzahl sowohl für Vertikal- als auch für Torsions-Vibrationen. Ein zuverlässiges Vorhersagen dieser hohen kritischen Tourenzahlen, ähnlich wie durch meine Formel für Dampfer mit Kolbenmaschinen, ist bis jetzt leider noch nicht möglich gewesen. Namentlich bietet die Vorausbestimmung der kritischen Tourenzahl für die Torsions-Vibrationen



immer noch große Schwierigkeiten. Ich habe mich schon längere Zeit mit diesem Problem beschäftigt, aber ich bin noch nicht sicher, ob es gelingen wird, eine praktische brauchbare Lösung hierfür zu finden.

Angesichts der hohen Frequenzen, welche bei Turbinendampfern vorkommen, liegt eine große Schwierigkeit in dem Umstande, daß die kritischen Frequenzzahlen für die aufeinanderfolgenden Vibrationsordnungen verhältnismäßig nahe beieinander liegen. Deshalb kann es beispielsweise in dem Falle, wo die Torsions-Vibrationen durch eine Änderung der Tourenzahlen vermieden worden sind, sehr leicht vorkommen, daß Vertikal-Vibrationen dafür auftreten und umgekehrt.

In vorstehendem habe ich alle mathematischen Untersuchungen vermieden, da dieselben für die Praxis von geringem oder gar keinem Nutzen sind und uns kein brauchbares Mittel für die Beseitigung von Vibrationen liefern.

Was ich hier gesagt habe, kann nur als ein kurzer Auszug der wichtigsten Fragen der Vibrationserscheinungen angesehen werden. Wenn eine Behandlung des ganzen Problems versucht werden sollte, würde voraussichtlich der zehnfache Raum erforderlich sein.

Diskussion.

Der Präsident Sir William White:

Es ist vorgeschlagen worden, wegen der Abwesenheit des Herrn Dr. Schlick seinen Vortrag als gelesen zu betrachten. Wie alles, was der Verfasser unserer Gesellschaft vorgelegt hat, enthält auch dieser Vortrag wieder eine große Fülle von Gedanken; aber der Teil dürfte wohl der interessanteste sein, der sich auf die Vibrationen oder Erschütterungen — oder wie man sonst die Erscheinung nennen will — bezieht, die sich noch nach Einführung des Massenausgleichs bei Kolbenmaschinen und bei Dampfturbinen bemerkbar machen. Dieser Teil des Vortrages handelt von den Vibrationserscheinungen, die durch die Wirkung des Schraubenpropellers in dem hinter einem in Fahrt begriffenen Schiffe befindlichem Wasser hervorgerufen werden. Ich hatte vor einigen Jahren den Vorzug, die Sache mit Herrn Dr. Schlick eingehend zu besprechen. Er kam mit seinem schönen, zum Messen der Vibrationserscheinungen konstruierten Apparat hierher nach England, als wir mit den Probefahrten der „Mauretania“ beschäftigt waren, und viele von den in diesem Vortrag behandelten Punkten wurden hierbei berücksichtigt. Um jedes Mißverständnis zu vermeiden, möchte ich hier erwähnen, daß in der „Mauretania“ niemals ernste, die Festigkeit des Schiffes in Anspruch nehmende Vibrationen vorhanden waren, es zeigte sich jedoch ein Erzittern von sehr hoher Frequenz. Dies war eine neue Erscheinung, die wir natürlich zu beseitigen wünschten, obgleich sie in einem verhältnismäßig nur kleinen Teil des Schiffes fühlbar war. Bei diesen wissenschaftlichen Untersuchungen kam Herr Dr. Schlick zu gewissen Schlüssen, die ihn veranlaßten, seine Ansichten über die Wirkung der Schraubenpropeller zur Erzeugung von Vibrationen niederzulegen.

In Abwesenheit des Herrn Dr. Schlick hoffe ich, daß Sie mich ermächtigen, an ihn zu schreiben, wie hoch die Mitglieder unserer Gesellschaft seinen Vortrag schätzen und wie sehr wir seine Abwesenheit bedauern.



XIX. Wege und Ziele des wissenschaftlichen Studiums auf schiffbautechnischen Gebieten in Deutschland. *)

Vom Geheimen Regierungsrat Professor ***O. Flamm*** *- Charlottenburg.*

Es mag eigenartig klingen, wenn ich im Lande des Schiffbaues, in dem Lande, welches wohl am meisten zur praktischen und wissenschaftlichen Ausgestaltung des gesamten Schiffbaues beigetragen hat, diejenigen Ziele und Wege behandle, welche das wissenschaftliche Studium in Deutschland zurzeit einschlägt.

Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß jede neu heranwachsende Generation bei dem außerordentlich raschen und exakten Gedankenaustausch, der heute zwischen den Kulturstaaten der Welt besteht, keine Schwierigkeiten findet, sich das gesamte Schaffensmaterial der vorangegangenen und gleichzeitigen Fachgenossen aller Völker zu eigen zu machen, so ist für alle Nationen dadurch eine gleichwertige Entwicklung auf gleicher Grundlage und ein gleiches fortschrittliches Arbeiten im Fachgebiet ermöglicht.

In Deutschland ist die staatliche Pflanzstätte für wissenschaftliches Studium auf schiffbaulichen Gebieten, abgesehen von kleinen unbedeutenden Anfängen, die heutige Königliche Technische Hochschule zu Berlin-Charlottenburg gewesen. Mit dem Jahre 1904 nimmt die Königliche Technische Hochschule zu Danzig ebenfalls an diesen Arbeiten teil. Die Schiffbauabteilungen beider Anstalten verfolgen das gleiche Ziel: Ausbildung der heranwachsenden Jugend zu Männern, die im späteren Leben mit Erfolg an der Ausgestaltung des heimischen Handels- und Kriegsschiffbaues Anteil nehmen können.

Mit Rücksicht auf das hohe Interesse, welches die gesamte technische Hochschule in Charlottenburg vielfach im Auslande, besonders auch in England, gefunden, dürfte es berechtigt sein, in wenigen kurzen Strichen die Gestaltung des Unterrichts im Schiffbau und Schiffsmaschinenbau an der genannten Anstalt zu spezifizieren.

---

*) Dieser Beitrag ist im Juli 1911 als Vortrag in englischer Sprache auf dem 51jährigen Stiftungsfest der Institution of Naval Architects in London gehalten worden.

In voller Übereinstimmung mit sämtlichen technischen Hochschulen Deutschlands ist als Vorbedingung für die Aufnahme als Studierender die Ablegung der Reifeprüfung eines Gymnasiums, Realgymnasiums oder einer Oberrealschule erforderlich. Das hat mit Rücksicht auf den neunklassigen Aufbau dieser Schulen zur Folge, daß der Studierende bei Beginn seines Studiums mindestens 18, meist 19 Jahre alt ist. Da noch die Ablegung eines Jahres praktischer Arbeitszeit auf einer anerkannten Schiffswerft vorgeschrieben ist, so erhöht sich das Alter des Eintretenden um mindestens ein halbes, oft um ein ganzes Jahr. Hinzu kommt die von jedem körperlich und geistig gesunden Deutschen abzuleistende Militärpflicht, die beim gebildeten Manne, der sein einjährig-freiwilliges Zeugnis sich erworben, auf ein Jahr beschränkt ist. Bei denjenigen jungen Leuten, welche die Laufbahn der höheren Baubeamten in der Kaiserlichen Kriegsmarine einzuschlagen wünschen, ist die Ablegung sowohl der praktischen Arbeitszeit wie der Einjährigen-Dienstpflicht innerhalb der Marine, auf einer der Kaiserlichen Werften bezw. an Bord eines Schulschiffes der Marine Vorbedingung zum Studium an der technischen Hochschule.

So kann man sagen, daß im allgemeinen etwa mit dem 20. Lebensjahre das Studium beginnt und daß dieses Studium eine gewisse fachliche Vorbereitung in der praktischen Arbeit im Schiffbau bezw. Schiffsmaschinenbau gefunden hat.

Mit derartigem Material an jungen Leuten haben die Schiffbauabteilungen der technischen Hochschule Charlottenburg und Danzig zu rechnen. Der Aufbau des Unterrichts vollzieht sich in der Weise, daß zunächst zwischen den beiden speziellen Fachrichtungen des Schiffbaues und des Schiffsmaschinenbaues innerhalb der Abteilung unterschieden wird. Der Unterricht selbst setzt sich fast in allen Disziplinen aus Vorträgen und Übungen zusammen, wobei der Zweck verfolgt wird, daß in den Übungen das in den Vorträgen Gebotene zur konkreten Anwendung gelangt. Es ist an den deutschen technischen Hochschulen ein Prinzip, möglichst keine Vorträge ohne gleichzeitige Übungen einzurichten. Dies Prinzip erstreckt sich nicht nur auf die speziellen Fachgebiete, sondern in gleicher Weise auch auf die Vorträge in der reinen Mathematik, Mechanik, Physik, darstellenden Geometrie, Volkswirtschaftslehre, Rechts- und Verwaltungskunde usf. Es muß hervorgehoben werden, daß dies Prinzip sehr günstige Erfolge gezeitigt hat, und daß mit seiner weitgehenden Durchführung die Qualität der Ausbildung ungemein gehoben wurde.

Das Studium in allen Fachabteilungen ist ein vierjähriges; am Schlusse des zweiten Jahres ist die Diplomvorprüfung, am Schlusse des vierten Jahres die Diplomhauptprüfung abzulegen.

Die beiden ersten Studienjahre sind vorwiegend dem mehr allgemeinen Unterricht in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern gewidmet, wenn auch die einleitenden Vorlesungen und Übungen in den eigentlichen Fachgebieten gleich mit dem ersten Semester beginnen. Allein während zu Beginn die allgemeinen Disziplinen an Stundenzahl stark überwiegen, die Fachgebiete nur wenig Zeit beanspruchen, verschiebt sich dies Verhältnis mit fortschreitendem Studium allmählich in das Gegenteil.

Ein weiterer Zweig der Unterrichtsgestaltung besteht darin, daß die Vorlesungen möglichst in die früheren Semester gelegt werden, daß aber mit steigender Semesterzahl die Übungen, d. h. jetzt die Arbeiten am Konstruktionstisch, vorwiegen; man will dadurch besonders für das letzte Studienjahr eine möglichst breite Basis zur konstruktiven Anwendung des vorher in den Vorlesungen Gehörten bieten.

Diesen allgemeinen Grundsätzen entsprechend bewegt sich auch das Vorexamen am Schlusse des vierten Semesters in der Hauptsache auf den Gebieten der Mathematik, Mechanik, Physik, darstellenden Geometrie und Chemie; als Fachprüfungen kommen hinzu Maschinenelemente und Schiffselemente, während die Übungsergebnisse, welche die Bedingung zur Zulassung zur mündlichen Prüfung darstellen, neben den mathematischen Übungen schon eine größere Anzahl konstruktiver Durchbildungen von Schiffseinzelheiten, wie Doppelboden, Hinterschiff mit Ruder, sodann drei Linienrisse nebst Deplacementsberechnungen, mehrere Aufgaben aus der Theorie des Schiffes, schließlich die Konstruktion und Berechnung verschiedener Maschinenelemente in sich schließen.

Der Zweck und das Ziel des Unterrichts der beiden ersten Studienjahre ist der, dem jungen Manne eine auf möglichst allgemeiner Basis gehaltene gründliche Ausbildung in den mathematisch naturwissenschaftlichen Gebieten, sowie den Grundlagen seines Spezialgebietes zu geben, damit er nach Ablegung der Vorprüfung während der beiden letzten Jahre sich in vertieftem Maße dem eigentlichen Fachstudium widmen kann.

In diesen letzten Jahren sind daher mit allmähligem Vortreten der Übungen an Stelle der Vorlesungen die eigentlichen Fachgebiete bis in das Einzelne zu behandeln. Der Schiffbaustudierende treibt Entwerfen und Konstruieren von Schiffen, Konstruktion und Einrichtung der Kriegsschiffe, Werfteinrichtungen und Werftbetrieb, der Maschinenbauer den Schiffskessel,- Schiffsmaschinen-, Turbinen- und Motorenbau, ferner eingehend Hilfsmaschinenbau und Propeller.

Von den Schwestergebieten treiben Schiffbauer und Schiffsmaschinenbauer nur soviel, daß sie sich gegenseitig bei ihren Arbeiten an ein und demselben Schiff



voll verstehen können und einer auf die Forderungen des anderen Rücksicht zu nehmen lernt.

Auch das Gebiet des Luftschiffbaues und der Luftschiffahrt ist in den Bereich der Schiffbauabteilungen als eng verwandtes Gebiet hineingezogen, und von Interesse dürfte es sein, festzustellen, daß heute schon eine Reihe erster Konstrukteure und Ingenieure des Luftschiffbaues frühere Angehörige der Schiffbauabteilung sind.

Das Kondensat des Studiums der beiden letzten Jahre kommt in den Prüfungsvorschriften für die Diplomhauptprüfung zum Ausdruck. Als Übungsergebnisse sind einzureichen:

Für die Fachrichtung des Schiffbaues:

a) Handelsschiffbau:
  α) Entwurf eines Linienrisses.
  β) Vollständiger Entwurf eines Handelsschiffes.
  γ) Entwurfsskizze eines Handelsschiffes.
b) Kriegsschiffbau:
  α) Entwurf eines Kriegsschiffes.
  β) Wichtige Einzelheiten im Anschluß an den Entwurf.
c) Entwurf eines Propellers mit zugehörigen Berechnungen.
d) Arbeiten aus dem Gebiete der Werfteinrichtungen und des Werftbetriebes.

Für die Fachrichtung des Schiffsmaschinenbaues:

a) Entwurf einer Schiffskolbenmaschine oder Turbine nebst Kesselanlage für ein Handels- oder Kriegsschiff.
b) Entwurf einer Schiffsgasmaschine.
c) Entwurf einer Schiffshilfsmaschine.
d) Entwurfsskizze eines Handelsschiffes.

Die mündliche Prüfung umfaßt:

Für Schiffbauer:

1. Theorie des Schiffes.
2. Entwerfen und Konstruieren von Schiffen.
3. Werfteinrichtungen und Werftbetrieb.
4. Konstruktion und Einrichtung der Kriegsschiffe.
5. Schiffsmaschinenbau.
6. Grundzüge der Rechts- und Verwaltungskunde.



Für Schiffsmaschinenbauer:

1. Kraft-, Hebe-, Arbeitsmaschinen und Maschinenfabrikation.
2. Schiffsmaschinenbau (Kolbenmaschinen, Turbinen, Gasmaschinen).
3. Schiffskessel, Hilfsmaschinen und Apparate.
4. Schiffbau (Handelsschiffbau, Kriegsschiffbau).
5. Elektrotechnik.
6. Grundzüge der Rechts- und Verwaltungskunde.

Der zurzeit an der Berlin-Charlottenburger Hochschule bestehende Studienplan ist der Übersicht wegen am Schlusse beigefügt.

Ein wesentliches Ziel der zahlreichen wissenschaftlichen Bestrebungen hat sich darauf zu erstrecken, Sorge zu tragen, daß die heute allgemein bestehenden Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften dem jeweiligen Stande der Wissenschaft entsprechend ausgestaltet werden; es bezieht sich dies im wesentlichen auf die Anordnung, Abmessung und Vernietung der Schiffsverbände, durch Anwendung der Gesetze der Mechanik, Statik und Dynamik.

Wie auf fast allen anderen technischen Gebieten ist die Forderung zu stellen, jedes neu zu konstruierende Schiff viel mehr als bisher als Individium zu behandeln und demgemäß zu konstruieren. Das heute vielfach übliche Schematisieren, bei dem die Eigenart eines Neubaues nur durch einzelne Klauseln und Sonderbestimmungen gewahrt wird, ist nicht das allein Richtige, man muß dahin streben, mehr wie bisher das Besteck eines neu zu bauenden Schiffes anerkannt zu sehen, auch wenn es von den bestehenden Klassifikationsvorschriften abweicht, wenn nur rechnerisch die Berechtigung für die Abweichungen erbracht ist. Auch ist bei der Vermessung, der Freibord- und Schottbestimmung viel mehr wie bisher jedes Fahrzeug als Individuum in der Weise zu behandeln, daß seine Linien und sonstigen Konstruktionspläne die Grundlage für die Bestimmung des Tonnengehaltes, des Freibords und der Unsinkbarkeit unter Berücksichtigung der Stabilität und Festigkeit usw. bilden.

Die Folge davon ist, daß die Personen, welche mit der Prüfung und Überwachung sowie später der Kontrolle jener gesetzlich festgelegten Vorschriften für ein neu gebautes Schiff betraut sind, nicht wie heute vielfach wissenschaftlich nicht gebildete Leute, frühere Kapitäne oder dergleichen sind, sondern vollwertig ausgebildete Ingenieure, die schon eine Reihe von Jahren mit Erfolg praktisch tätig gewesen sind.



Die Parallele mit anderen technischen Gebieten, beispielsweise des Brückenbaues, des Maschinenbaues, der Elektrotechnik, beweisen die Richtigkeit des Gedankens auch für den Schiffbau, um so mehr, als heute schon die Kriegsmarinen aller maßgebenden Nationen mit vorzüglichen Erfolgen die angegebenen Wege als ganz selbstverständlich gehen.

Noch auf einen Punkt muß ich hinweisen.

Sowohl beim Unterricht wie bei der wissenschaftlichen Forschung überhaupt sind heutigen Tages geeignete Laboratorien von ganz außerordentlichem Nutzen. Es gibt auf allen technischen Gebieten ungemein viele Fragen, deren Lösung auf rein analytischem Wege nicht möglich ist, denen man einzig und allein durch den Versuch nahekommen kann. Welch eminenten Nutzen haben nach dieser Richtung hin die in fast allen Ländern bestehenden Festigkeitslaboratorien geschaffen!

An der technischen Hochschule zu Charlottenburg ist es hauptsächlich die Abteilung für Maschineningenieurwesen, die zahlreiche Laboratorien eingerichtet hat und mit höchstem Nutzen für den Unterricht und die Industrie betreibt.

Eine Übersicht über die Verteilung dieser Laboratorien auf die einzelnen sechs Abteilungen der Hochschule zeigt die folgende Tabelle:

Abteilung für Architektur	1
Abteilung für Bauingenieurwesen	1
Abteilung für Maschineningenieurwesen	9
Abteilung für Schiff- und Schiffsmaschinenbau	—
Abteilung für Chemie und Hüttenkunde	8
Abteilung für allgemeine Wissenschaften	1

Die technische Hochschule zu Berlin-Charlottenburg besitzt also zurzeit 20 Laboratorien, die sowohl der Forschung der Professoren wie dem Unterricht dienen. Leider wurde in diesem Jahre von dem preußischen Abgeordnetenhause ein zweites Laboratorium der Abteilung für Bauingenieurwesen, ein Wasserbaulaboratorium, abgelehnt.

Auffallend ist in dieser Zusammenstellung der Umstand, daß die Abteilung für Schiff- und Schiffsmaschinenbau die einzige Abteilung der Charlottenburger Hochschule ist, welche kein Laboratorium besitzt.

Es ist daher leicht verständlich, daß die Schiffbauabteilung ihr Möglichstes tut, bald in den Besitz einer derartigen Anstalt zu gelangen und die bestehende Lücke in ihrem Aufbau auszufüllen.

Was man aber schon mit geringen Mitteln aus privaten Stiftungen durch ein solches Laboratorium schaffen kann, habe ich zum Teil in meinem Buche: „Die Schiffsschraube und ihre Wirkung auf das Wasser“ dargelegt. Es dürfte nicht uninteressant sein, einige weitere Aufnahmen und auch einige kinematographische Vorführungen kennen zu lernen.

Die Resultate, zu denen ich auf Grund meiner bisherigen Untersuchungen gekommen bin, sind kurz die folgenden:

1. Die Schiffsschraube übt im wesentlichen eine saugende Wirkung aus und senkt den über ihr befindlichen Wasserspiegel.

2. Der Abstrom des Wassers erfolgt zylindrisch; eine Schraube, welche streut, gibt es nicht. Daher findet auch durch das Schraubenwasser keine Einwirkung auf die Kanalsohle bei Fluß- und Kanalschiffen statt, wie durch mehr als 4000 Fahrten mit 7 m langen Zweischraubenmodellen in einem Kanalprofil der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Charlottenburg bestätigt ist. Beim Einschraubenschiff ist die Einwirkung auf die Kanalsohle lediglich eine Folge des hinter der Schraube befindlichen Hinterstevens und Ruders. Die Ablenkung des Schraubenwassers nach unten, also die Einwirkung auf die Kanalsohle hört sofort auf, sobald statt des einen Ruders in der Mitte zwei seitliche Ruder zur Anwendung gelangen, auch das ist in der genannten Anstalt durch Versuche erwiesen.

3. Der Achsialschub einer Schraube hört fast vollständig auf, sobald durch die starke Saugwirkung Luft in den Schraubenraum eintritt; deckt man die Wasserfläche über der Schraube derart ab, daß keine Luft in den Schraubenraum eintreten kann, so läßt sich auch bei Schrauben, welche nahe an der Oberfläche arbeiten, eine sehr gute Wirkung erzielen, die ohne Abdeckung vollständig ausgeschlossen ist.

4. Der Achsialschub ist ein Maximum, sobald die Kavitation da ist.

5. Die Stöße der Schraube gegen das Hinterschiff sind nicht eine Folge des gegen die Bordwand geschleuderten Wassers, denn solche Schleuderwirkung existiert nicht; sie sind möglicherweise dadurch hervorgerufen, daß der nahe an der Bordwand vorbeischlagende Flügel wenig Wasser bekommt, daher leichter einen Hohlraum bildet, in den zwischen den aufeinander folgenden Flügeln das Wasser hereinstößt. Die Schiffsvibrationen, soweit sie von der Schraube herrühren, dürften zum Teil dadurch zu erklären sein, daß der Flügel, der an der Wasseroberfläche vorbeigeht, ein Quantum Luft einsaugt, an Achsialschub verliert, während gleichzeitig die unteren Flügel volles Wasser haben, dadurch wird eine



plötzliche, stark exzentrische Lage des Druckmittelpunktes des Schraubenstromes herbeigeführt, also ein Moment erzeugt, welches wohl eine der Ursachen der Erschütterung des Hinterschiffes sein kann.

6. Die Geschwindigkeitsverminderungen der Turbinendampfer bei der Fahrt gegen schwere See dürften gleichfalls dadurch zu erklären sein, daß die Schrauben zunächst hoch belastet sind, also ein Maximum an Saugwirkung pro Einheit der Flügelfläche ausüben, demnach sehr geeignet sind, Luft einzusaugen. Stampft das Schiff, so ist durch die Annäherung der Schrauben an die Wasseroberfläche ein starkes Einsaugen von Luft in den Schraubenraum ziemlich sicher, dadurch wird aber der Achsialschub fast aufgehoben und die Schiffsgeschwindigkeit gemindert.

Wenn diese Anschauungen sich als richtig erweisen, so ist es erforderlich, bei der Konstruktion von Schiffsschrauben das Augenmerk mehr wie bisher auf die Gestaltung der Vorderfläche der Schiffsschraube, also der Saugseite, zu richten, und den kleinsten Krümmungsradius dieser Fläche, ähnlich wie bei Aeroplanflügeln, an die eintretende Kante hin zu verlegen.

Ein einfaches Experiment, welches einigen von den Anwesenden schon bekannt sein dürfte, zeigt dies. Ich führe das Experiment kinematographisch vor.

Der auf die konvexe Seite der freibeweglichen Fläche auftreffende Wasserstrahl schleudert dieselbe nicht etwa zurück, sondern saugt sie grade in sich hinein; hält man also die Fläche fest, so muß der Wasserstrom die entgegengesetzte Bewegung annehmen, d. h. beim Schraubenflügelquerschnitt Achsialschub erzeugen.

Mein Ziel geht dahin, durch Einrichtung eines geeigneten Schiffbaulaboratoriums auch diese Schraubenwirkung unter gleichzeitiger exakter Messung der Brutto- und Nettoarbeit, also des Wirkungsgrades, auch für mehrere gleichzeitig nebeneinander liegende Schrauben zu ermitteln, ferner die gegenseitige Beeinflussung nebeneinander und hintereinander arbeitender Propeller und die Rudereinwirkung festzustellen; es wird sich dann ergeben, ob es möglich ist, hochtourige Schrauben von gutem Wirkungsgrad zu schaffen; jedenfalls wird es gelingen, unsere Kenntnis über eine ganze Reihe von Vorgängen unter Wasser zu klären und im Interesse des technischen Fortschritts zu verwerten.

An allen derartigen Arbeiten sollen die Studierenden teilnehmen, damit die Resultate der wissenschaftlichen Arbeiten sofort der heranwachsenden Generation in vollstem Maße zuteil werden.



Studienplan der Abteilung für Schiff- und Schiffsmaschinen-Bau im Jahre 1910/11.
I. Jahreskurs für **alle** Studierenden der Abteilung.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
1	Experimental-Physik	Dolezalek	Di	2-4	V.	Physik. Hörsaal	Di	2-4	V.	Physik. Hörsaal
			Fr	2-4	"	"	Fr	2-4	"	"
2	Übungen im physikalischen Laboratorium (Physikalische Messungen)	Dolezalek	wöchentl. 4 St. Zeit n. Wahl		U.	Physik. Lab.	wöchentl. 4 St. Zeit n. Wahl		U.	Physik. Lab.
		Grunmach	"		"	"	"		"	"
		Kurlbaum	"		"	"	"		"	"
3	Höhere Mathematik	Hettner	Di	8-10	V.	221	Di	8-10	V.	221
			Do	8-10	"	"	Do	8-10	"	"
			Fr	8-10	"	"	Fr	8-10	"	"
			Mo	4-6	U.	"	Mo	4-6	U.	"
		Lampe	Di	8-10	V.	120	Di	8-10	V.	120
			Do	8-10	"	"	Do	8-10	"	"
			Fr	8-10	"	"	Fr	8-10	"	"
			Mo	4-6	U.	"	Mo	4-6	U.	"
4	Mechanik I	Leist	Mi	8-10	V.	259	Di	4-6	V.	259
			Sb	10-12	"	"	Do	10-12	"	"
			Di	4-6	U.	"	Sb	11-1	U.	"
5	Darstellende Geometrie I und II	Jolles	Mo	8-10	V.	259	Mo	8-10	V.	259
			Sb	8-10	"	"	Sb	8-10	"	"
			Mo	10-2	U.	E.-B. 29, 30, 32, 33	Mo	10-2	U.	E.-B. 29, 30, 32, 33
6	Einleitung in den Maschinenbau	Gümbel	Fr	10-12	V.	E.-B. 36	Mi	12-2	V.	E.-B. 36
			Do	2-6	U.	E.-B. 67, 71	Do	2-6	U.	E.-B. 67, 71
7	Schiffselemente	Laas					Mi	8-10	V.	234
8	Mechanische Technologie I und Eisenhüttenkunde	Heyn	Di	10-12	V.	E.-B. 50	Di	10-12	V.	E.-B. 50
9	Abriß der Experimentalchemie (Halbjahreskurse W. od. S.)	N. N.	Do	6-8	V.	Lab. 121	Do	6-8	V.	Lab. 121
10	Einführung in die Experimentalchemie (Halbjahreskurse W. od. S.)	Stavenhagen	Do	6-8	V.	158	Fr	6-8	V.	158
11	Zeichnen von Schiffslinien I	Flamm	Mi	10-12	U.	E.-B. 67, 71	Mi	10-12	U.	E.-B. 67, 71
12	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre	Herkner	Mi	6-8	V.	E.-B. 50	Mi	6-8	V.	E.-B. 50
			Fr	4-6	"	"	Fr	4-6	"	"
13	Übungen im Festigkeits-Laboratorium	E. Meyer					wöchentl. 1 St. Zeit nach Verabredung		U.	

II. Jahreskurs für **Schiffbau**-Ingenieure.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
14	Mechanik II	Leist	Di	10-12	V.	221	Mo	8-10	V.	234
			Fr	3-5	„	259	Fr	7-9	„	E.-B. 36
			Mo	5-7	U.	„	Do	8-10	U.	261
15	Maschinenelemente	Romberg	Do	10-12	V.	E.-B. 36	Sb	8-10	V.	E.-B. 36
			Sb	8-10	„	„	Do	2-6	U.	E.-B. 67, 71
			Di	2-4	U.	E.-B. 67, 71				
							Sb	10-12	„	„
			Do	2-6	„	„				
16	Hebemaschinen	Kammerer					Di vorm.	7-9	V.	E.-B. 50
							Mi „	7-9	„	„
17	Theorie des Schiffes	Flamm	Mi	12-2	V.	233	Di	10-12	V.	221
							Do	10-12	„	234
							Mi	12-2	U.	E.-B. 67, 71
18	Zeichnen von Schiffslinien II	Flamm	Mo	12-2	U.	E.-B. 67, 71	Di	12-2	U.	E.-B. 67, 71
			Fr	12-2	„	„	Mi	8-10	„	„
19	Entwerfen und Konstruieren von Schiffen I	Flamm	Mo	10-12	V.	233				
20	Schiffselemente	Laas	Di	8-10	V.	234	Fr	9-11	V.	E.-B. 36
			Fr	8-10	„	E.-B. 36	Mo	12-2	U.	E.-B. 67, 71
			Di	10-2	U.	E.-B. 67, 71	Do	12-2	„	„
			Fr	10-12	„	„	Sb	10-12	„	„
21	Graphische Statik	Jolles	Mi	10-12	V.	259				
			Mi	12-2	U.	E.-B. 56, 57, 59, 60				
		Kötter	Mi	10-12	V.	120				
			Mi	8-10 od. 12-2	U.	149-151				
22	Mechanische Technologie II und Materialienkunde	Heyn	Di	6-8	V.	E.-B. 50	Di	6-8	V.	E.-B. 50
			Do	8-10	U.	E.-B. 17, 21, 22	2 St. Zeit nach Verabredung		U.	E.-B. 17, 21, 22
23	Übungen im wirtschaftlich-wissenschaftlichen Institut (unentgeltlich)	Herkner	Sb	12-2	U.	E.-B. 47	Sb	12-2	U.	E.-B. 47



II. Jahreskurs für **Schiffsmaschinenbau**-Ingenieure.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr		Saal	Sommer-Halbjahr		Saal
14	Mechanik II	Leist	Di 10-12 Fr 3-5 Mo 5-7	V. „ U.	221 259 „	Mo 8-10 Fr 7-9 Do 8-10	V. „ U.	234 E.-B. 36 261
15	Maschinenelemente	Romberg	Do 10-12 Sb 8-10 Di 2-4 Do 2-6	V. „ U. „	E.-B. 36 „ E.-B. 67, 71 „	Sb 8-10 Do 2-6 Sb 10-12	V. U. „	E.-B. 36 E.-B. 67, 71 „
16	Hebemaschinen	Kammerer				Di vorm. 7-9 Mi „ 7-9	V. „	E.-B. 50 „
17	Theorie des Schiffes	Flamm	Mi 12-2	V.	233	Di 10-12 Do 10-12 Mi 12-2	V. „ U.	221 234 E.-B. 67, 71
18	Zeichnen von Schiffslinien II	Flamm	Mo 12-2 Fr 12-2	U. „	E.-B. 67, 71 „	Di 12-2 Mi 8-10	U. „	E.-B. 67, 71 „
19	Entwerfen und Konstruieren von Schiffen I	Flamm	Mo 10-12	V.	233			
20	Schiffselemente	Laas	Di 8-10 Fr 8-10 Di 10-2 Fr 10-12	V. „ U. „	234 E.-B. 36 E.-B. 67, 71 „	Fr 9-11 Mo 12-2 Do 12-2 Sb 10-12	V. U. „ „	E.-B. 36 E.-B. 67, 71 „ „
21	Graphische Statik	Jolles	Mi 10-12 Mi 12-2	V. U.	259 E.-B. 56, 57, 59, 60			
		Kötter	Mi 10-12 Mi 8-10 od. 12-2	V. U.	120 149-151			
22	Mechanische Technologie II und Materialienkunde	Heyn	Di 6-8 Do 8-10	V. U.	E.-B. 50 17, 21, 22	Di 6-8 2 St. Zeit nach Verabredung	V. U.	E.-B. 50 E.-B. 17, 21, 22
23	Übungen im wirtschaftlich-wissenschaftlichen Institut (unentgeltlich)	Herkner	Sb 12-2	U.	E.-B. 47	Sb 12-2	U.	E.-B. 47
24	Wärmetechnik I und II	Josse	Mi 8-10	V.	E.-B. 50	Di 10-12	V.	241
25	Übungen I im Maschinenbau-Lab. (mit wärmetech. Übungen)	Josse	alle 14 Tage 5 St. Zeit nach Verabredung	U.	Masch.-Lab.	alle 14 Tage 5 St. Zeit nach Verabredung	U.	Masch.-Lab.
26	Elektromechanik I	Slaby	Fr 10-12 Sb 10-12	V. „	141 „	Mo 10-12 Sb 10-12	V. „	141 „

III. Jahreskurs für **Schiffbau**-Ingenieure.

Laut. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
27	Konstruktion der Kriegsschiffe	Rudloff	Mo	8-10	V.	234	Mo	8-10	V.	233
28	Entwerfen von Kriegsschiffen	Rudloff					Mo Do	5-7 5-7	U. „	210, 211, 214, 203, 206 „
29	Einrichtungen der Kriegsschiffe	Kretschmer	Sb	8-10	V.	234	Sb	8-10	V.	234
29a	Entwerfen von Einzelkonstruktionen im Kriegsschiffbau	Kretschmer					Mo Do	8-10 8-10	U. „	203, 204, 210, 211, 214 „
30	Theorie des Schiffes	Flamm	Fr	10-12	V.	234				
31	Entwerfen und Konstruieren von Schiffen II	Flamm	Sb Di Di Sb	10-12 8-10 12-2 12-2	V. U. „ „	233 210, 211, 214, 203, 206	Mo Do	12-2 12-2	U. „	210, 211, 214, 203, 206 „
31a	Besondere Bauteile von Handelsschiffen	Laas	Di	8-10	V.	234				
			(erst vom W.-H. 1911/12 ab)							
32	Schiffskessel	Gümbel	Fr	12-2	V.	234	Fr	12-2	V.	234
33	Schiffshilfsmaschinen	Gümbel					Fr	8-10	V.	234
34	Schiffskolbenmaschinen	Krainer	Mi Do	10-12 10-12	V. „	234 „	Mi Do	10-12 8-10	V. „	234 „
35	Schiffsgasmaschinen	Romberg	Di	10-12	V.	259	Di	9-11	V.	259
36	Luftschiffsmotoren	Romberg					Fr	10-12	V.	234
37	Bank- und Börsengeschäfte	Warschauer	Mo Sb	6-7 12-1	V. „	158 „	Mo Sb	6-7 12-1	V. „	158 „
38	Handelsgeschäfte	Warschauer	Fr	6-7	V.	120	Fr	6-7	V.	120
39	Übungen über Bank- und Handelsgeschäfte	Warschauer	Mo Sb	7-8 1-2	U. „	159 „	Mo Sb	7-8 1-2	U. „	159 „
40	Finanzwissenschaft	Herkner					Do	6-8	V.	358
41	Grundzüge der Lüftung und Heizung auf Kriegs- und Handelsschiffen	N. N.	Di	3-4	V.	158				

III. Jahreskurs für **Schiffsmaschinenbau**-Ingenieure.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
42	Dampfmaschinenbau (einschl.Dampfturbinenbau)	Stumpf	Mi Do Mo Do	8-10 8-10 2-6 2-6	V. „ Ü. „	241 „ 146, 154, 155 „	Di vorm. Mi „ Mo Do	7-9 7-9 2-6 2-6	V. „ Ü. „	241 „ 146, 154, 155 „
43	Verbrennungsmaschinen u. Kraftfahrzeuge	Riedler	Fr	8-10	V.	241	Di	2-6	U.	253-254
27	Konstruktion d.Kriegsschiffe	Rudloff	Mo	8-10	V.	234	Mo	8-10	V.	233
29	Einrichtungen der Kriegsschiffe	Kretschmer	Sb	8-10	V.	234	Sb	8-10	V.	234
30	Theorie des Schiffes	Flamm	Fr	10-12	V.	234				
31	Entwerfen und Konstruieren von Schiffen II	Flamm	Sb Di Di Sb	10-12 8-10 12-2 12-2	V. U. „ „	233 203, 206, 210, 211, 214	Mo Do	12-2 12-2	U. „	210, 211, 214 203, 206 „
32	Schiffskessel	Gümbel	Fr	12-2	V.	234	Fr	12-2	V.	234
44	Entwerfen von Schiffskesseln	Gümbel					Mi Sb	2-4 10-12	U. „	210, 211, 214 203, 206, „
33	Schiffshilfsmaschinen	Gümbel					Fr	8-10	V.	234
34	Schiffskolbenmaschinen	Krainer	Mi Do	10-12 10-12	V. „	234 „	Mi Do	10-12 8-10	V. „	234
45	Entwerfen von Schiffskolbenmaschinen	Krainer					Di Do	10-12 10-12	U. „	203, 206, 210, 211, 214 „
35	Schiffsgasmaschinen	Romberg	Di	10-12	V.	259	Di	9-11	V.	259
46	Entwerfen von Schiffsgasmaschinen und Luftschiffsmotoren	Romberg					Di	11-3	U.	203, 206, 210, 211, 214
36	Luftschiffsmotoren	Romberg					Fr	10-12	V.	234
37	Bank- und Börsengeschäfte	Warschauer	Mo Sb	6-7 12-1	V. „	158 „	Mo Sb	6-7 12-1	V. „	158 „
38	Handelsgeschäfte	Warschauer	Fr	6-7	V.	120	Fr	6-7	V.	120
39	Übungen über Bank- und Handelsgeschäfte	Warschauer	Mo Sb	7-8 1-2	U. „	159 „	Mo Sb	7-8 1-2	U. „	159 „
40	Finanzwissenschaft	Herkner					Do	6-8	V.	358
41	Grundzüge der Lüftung und Heizung auf Kriegs- und Handelsschiffen	N. N.	Di	3-4	V.	158				

IV. Jahreskurs für **Schiffbau**-Ingenieure.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
47	Entwerfen von Kriegsschiffen	Rudloff	Mo Do	5-7 5-7	U. „	210, 211, 214, 203, 206 „				
48	Entwerfen von Einzelkonstruktionen im Kriegsschiffbau	Kretschmer	Mo Do	8-10 8-10	U. „	210, 211, 214, 203, 206 „				
49	Entwerfen u. Konstruieren von Schiffen III	Flamm	Di Di Sb	8-10 12-2 12-2	U. „ „	210, 211, 214, 203, 206 „ „	Mo Do	12-2 12-2	U. „	210, 211, 214, 203, 206 „
50	Schiffsdampfturbinen und Propeller	Krainer	Di	10-12	V.	234	Di	8-10	V.	234
51	Entwerfen von Propellern	Krainer	Di Mi	8-10 8-10	U. „	210, 211, 214, 203, 206, „	Mi Do	8-10 10-12	U. „	210, 211, 214, 203, 206 „
33	Schiffshilfsmaschinen	Gümbel	Sb	8-10	V.	241				
52	Werfteinrichtungen und Werftbetrieb	Laas	Mo Mo Fr	10-12 12-2 12-2	V. U. „	234 210-211 „	Mo Di Fr	10-12 12-2 11-1	V. U. „	234 210-211 „
53	Seminar für Werftbetrieb	Laas	Mi	5-7	U.	E.-B. 68	Mi	5-7	U.	E.-B. 68
54	Schiffselektrotechnik	Krell	Di	6-8	V.	233	Di	6-8	V.	233
55	Encyklopädische Elektrotechnik mit Experimenten	Wedding	Fr	8-10	V.	141	Fr	8-10	V.	141
56	Angewandte Dynamik	Wehage	Fr	10-12	V.	261	Mi	8-10	V.	261
57	Angewandte Festigkeitslehre	Wehage	Sb	10-12	V.	261				
58	Angewandte Hydraulik	Wehage					Sb	10-12	V.	261
41	Grundzüge der Lüftung und Heizung auf Kriegs- und Handelsschiffen	N. N.	Di	3-4	V.	158				
59	Materialprüfungswesen mit Üb. i. Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde	Martens	Sb Sb	3-5 5-7	V. U.	Mat.-Pr.-A. „				

IV. Jahreskurs für **Schiffsmaschinenbau**-Ingenieure.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
50	Schiffsdampfturbinen und Propeller	Krainer	Di	10-12	V.	234	Di	8-10	V.	234
60	Entwerfen von Schiffsdampfturbinen	Krainer	Di Do	8-10 8-10	U. „	203, 206, 210, 211, 214 „	Di Mi	10-12 8-10	U. „	203, 206, 210, 211, 214 „
61	Entwerfen von Schiffskolbenmaschinen	Krainer	Mi Do	8-10 8-10	U. „	203, 206, 210, 211, 214, „				
63	Entwerfen von Schiffskesseln	Gümbel	Mi Do	12-2 12-2	U. „	210, 211, 214, 203, 206 „				
64	Entwerfen von Schiffsgasmaschinen u. Luftschiffsmotoren	Romberg	Fr	2-6	U.	210, 211, 214, 203, 206				
33	Schiffshilfsmaschinen	Gümbel	Sb Mi Do	8-10 10-12 12-2	V. U. „	233 203, 206, 210, 211, 214 „	Mi Sb	2-4 8-10	U. „	203, 206, 210, 211, 214 „
49	Entwerfen u. Konstruieren von Schiffen III	Flamm	Di Di Sb	8-10 12-2 12-2	U. „ „	203, 206, 210, 211, 214	Mo Do	12-2 12-2	U. „	203, 206, 210, 211, 214 „
54	Schiffselektrotechnik	Krell	Di	6-8	V.	233	Di	6-8	V.	233
65	Werkzeugmaschinen	Schlesinger	Do	10-12	V.	241	Do	11-1	V.	241
66	Elektromechanik II	Slaby	Mo	4-6	V.	141	Do	4-6	V.	141
67	Übungen im elektrotechnischen Laboratorium	Slaby	wöchentl. 4 St. Zeit nach Verabredung		U.	Elektrotechn. L.	wöchentl. 4 St. Zeit nach Verabredung		U.	Elektrotechn. L.
52	Werfteinrichtungen und Werftbetrieb	Laas	Mo	10-12	V.	234	Mo	10-12	V.	234
68	Entwerfen von Verbrennungsmaschinen	Riedler	Fr	2-6	U.	253-254				
56	Angewandte Dynamik	Wehage	Fr	10-12	V.	261	Mi	8-10	V.	261
57	Angewandte Festigkeitslehre	Wehage	Sb	10-12	V.	261				
58	Angewandte Hydraulik	Wehage					Sb	10-12	V.	261
41	Grundzüge der Lüftung und Heizung auf Kriegs- und Handelsschiffen	N. N.	Di	3-4	V.	158				
69	Technik d. Kälteerzeugung	Leist					Di Fr	11-1 11-1	V. „	E.-B. 36 „
59	Materialprüfungswesen mit Üb. i. Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde	Martens	Sb Sb	3-5 5-7	V. U.	Mat.-Pr.-A. „				

Vorlesungen und Übungen,

welche außerhalb der Studienpläne zu weiterer Ausbildung empfohlen werden.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
	I. Aus der Abteilung IV.									
70	Die Anwendung der Elektrizität an Bord von Schiffen, im Werft- und Hafenbetrieb (elektrotechnischer Teil) einschließlich zweistündige seminaristische Übungen über Maschinen und Apparate der Schiffselektrotechnik	Arldt	Di Mo	6-8 6-8	V. U.	141 „				
71	Die Anwendung des Elektromotors an Bord v. Schiffen, im Werft- u. Hafenbetrieb	Arldt					Fr	8-10	V.	
72	Luftschiffbau u. Luftschiffahrt	Dietzius	Di	6-8	V.	E.-B. 36	Di	6-8	V.	E.-B. 36
73	Fragen lokaler Festigkeit des Schiffskörpers	Pietzker	Fr	6-7	V.	119	Fr	6-7	V.	119
	II. Aus anderen Abteilungen.									
74	Kinematische Geometrie u. theoretische Kinematik	W. Hartmann	Di	12-2	V.	259	Di	11-1	V.	259
75	Maschinengetriebe (Anwendungen der Kinematik)	W. Hartmann	Fr	12-2	V.	259	Fr	12-2	V.	259
76	Fabrikbetriebe	Schlesinger	Di	8-10	V.	241	Mi	11-1	V.	241
77	Die Brennmaterialien, ihre Bearbeitung u. Verwendung	Börnstein	Sb	11-1	V.	Lab. 227				
78	Verbrennung und Heizung	Börnstein					Mo	5-6	V.	Lab. 227
79	Handelsrecht	Alexander Katz	Di	6-8	V.	259				
80	Gewerberecht	Alexander Katz	Fr	6-8	V.	259				
81	Patent-, Muster- u. Warenzeichenrecht	Alexander Katz					Di	6-8	V.	259
82	Baurecht	Alexander Katz					Fr	6-8	V.	259
83	Staatskunde	Bornhak	Do	5-7	V.	234				
84	Verwaltungskunde	Bornhak					Do	5-7	V.	E.-B. 50
85	Magnetische und elektrische Maßeinheiten und Meßmethoden	Grunmach	wöchentl. 2 St. Zeit n. Verabr.		V.	Phys. Hörs.	wöchentl. 2 St. Zeit n. Verabr.		V.	Phys. Hörs.

Lauf. Nr.	Unterrichts-Gegenstände	Dozent	Winter-Halbjahr			Saal	Sommer-Halbjahr			Saal
86	Unfallverhütungen (gewerbliche Gesundheitslehre, technischer Teil)	K. Hartmann	Do Sb	$10^1/_2$-12 $10^1/_2$-12	V. „	233 159				
87	Differentialgleichungen	Hettner					Do	10-12	V.	221
88	Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik I. u. II. (I. Teil im Sommer)	Kalischer	Di	5-7	V.	261	Di	10-12	V.	261
89	Elektromagnetismus und Induktion	Kalischer					Mo Fr	12-2 12-2	V. „	261 „
90	Gewerbehygiene (unentgeltl.)	Kaup	Fr	6-8	V.	234	Fr	6-8	V.	234
91	Geschichte der Deutschen Industrie (unentgeltlich)	Koehne					Fr	12-1	V.	120
92	Arbeiterversicherungsrecht	Koehne	Mi	6-7	V.	259				
93	Bestimmte Integrale und Differential-Gleichungen	Lampe	Fr	10-12	V.	241	Fr	10-12	V.	241
94	Hygiene für Architekten u. Ingenieure, I. u. II. Teil (unentgeltlich)	Weyl	Mo	$4^1/_2$-6	V.	261	Mo	$4^1/_2$-6	V.	261
95	Russisch Kursus für Anfänger	Malchin	wöchentl. 4 St. nach Verabr.				wöchentl. 4 St. nach Verabr.			
96	Kursus für Vorgeschrittenere		wöchentl. 2 St. nach Verabr.				wöchentl. 2 St. nach Verabr.			
97	Französisch: Mündliche Übungen über ausgewählte Themata der technischen Wissenschaften Kursus für Anfänger	Neyret	Di	6-8	V. u. U.	119	Di	6-8	V. u. U.	261
98	Kursus für Vorgeschrittenere		Do	6-8	V. u. U.	261	Do	6-8	V. u. U.	261
99	Englisch Kursus für Anfänger	Krueger	wöchentl. 3 St. nach Verabr.		V. u. U.		wöchentl. 3 St. nach Verabr.		V. u. U.	
100	Kursus für Vorgeschrittenere	N. N.	wöchentl. 3 St. nach Verabr.		V. u. U.		wöchentl. 3 St. nach Verabr.		V. u. U.	

Diskussion.

Der stellvertretende Ehrenvorsitzende Sir William White:

Meine Herren! Wir alle sind Herrn Geheimrat Flamm zu großem Danke verpflichtet, daß er uns einen so präzisen und vorzüglichen Bericht über den Unterricht in der Schiff- und Schiffsmaschinenbauabteilung an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg gehalten hat. Bereits vor vielen Jahren habe auch ich mich mit einer eingehenden Prüfung der verschiedenen technischen Ausbildungssysteme aller zivilisierten Länder beschäftigt. Jeder, der so etwas zu tun wünscht, geht natürlich nach Charlottenburg. Ich hatte das Vergnügen, die Abteilung für Schiff- und Schiffsmaschinenbau in Charlottenburg unter Führung meines Freundes Herrn Geheimrat Dietrich, der vor vielen Jahren daselbst Professor für Kriegsschiffbau war, in Augenschein zu nehmen. In gewisser Beziehung würde das System sich auf unsere Verhältnisse nicht übertragen lassen. Da wir in England kein Reifezeugnis für Abiturienten höherer Schulen kennen, so wird schon hierdurch gleich bei der Aufnahme ein Hauptunterschied bedingt. In Deutschland erhält ein jeder Schüler, welcher ein humanistisches Gymnasium oder eine für die Berechtigung zum technischen Studium gleichwertige Realschule mit Erfolg absolviert hat, ein sogenanntes Reifezeugnis. Wünscht er die Universität oder eine technische Hochschule zu beziehen, so zeigt er einfach dieses Zeugnis vor und wird sofort zugelassen. Es ist zu meiner Kenntnis gelangt, daß einige junge Engländer, die in Charlottenburg studieren wollten, auf Grund dieser Vorschriften bei ihrer Aufnahme auf Schwierigkeiten gestoßen sind. Bei uns zulande sind die Verhältnisse insofern anders, als für die Zulassung zum Studium an den technischen Hochschulen Eintrittsexamina verlangt werden. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß der deutsche Kursus ein vierjähriger ist, während er bei uns gewöhnlich nur drei Jahre umfaßt. In Deutschland ist nach zweijährigem Studium ein Diplomvorexamen abzulegen. Nach dem, was ich in den beiden Ländern gesehen habe, glaube ich, daß die deutschen Studenten bis zu diesem Examen eine größere Freiheit bezüglich der Wahl der Unterrichtsgegenstände und eine viel geringere persönliche Überwachung von seiten der Dozenten haben, als wir es in unserem Lande gewöhnt sind. Ich will keine Meinung darüber äußern, ob das System gut oder schlecht ist, ich sage nur, es ist vorhanden. Der deutsche Student hat bereits bei Ablegung dieses Vorexamens in seiner Ausbildung eine gefährliche Klippe zu überwinden, welche wir bei uns nicht kennen. Natürlich haben auch wir Zwischenexamina, allein es ist das Schlußexamen, welches den Ausschlag gibt, wobei allerdings auch auf die Art der Ausführung der voraufgegangenen Studienarbeiten die nötige Rücksicht genommen wird. Wir müssen alle zugeben, daß zur Erzielung eines richtigen Urteiles über die Befähigung und die Leistungen eines Studierenden sowohl der Ausfall der Studienarbeiten wie der der Prüfungen in Berechnung gezogen werden muß. Aus diesem Grunde sind interne Examinatoren, d. h. solche, welche als Dozenten die Ausbildung geleitet haben, am besten imstande, die Qualifikation der Studierenden festzustellen. Allein außer diesen internen Examinatoren sollten auch externe herangezogen werden, sobald es sich darum handelt, den Befähigungsnachweis des Studierenden für einen akademischen Grad oder ein Diplom zu beurteilen. Denn selbst Dozenten und Professoren sind nach meiner Erfahrung nicht frei von Vorurteilen und den Schwächen der menschlichen Natur.

Als fernerer Unterschied zwischen den deutschen und englischen Hochschulen ist mir die verhältnismäßig peinlich genaue Unterteilung der auf einer deutschen Hochschule behandelten Unterrichtsgegenstände aufgefallen. Sie finden in Charlottenburg Professoren und Dozenten, welche Kapitel aus der Schiffbaukunde behandeln, die bei uns nicht getrennt vorgetragen werden. Diese Tatsache ist in dem Vortrage erwähnt und verdient eine sorgfältige Beachtung.



Ich hoffe, Herr Geheimrat Flamm wird sich nicht verletzt fühlen, wenn ich sage, daß das beste Unterrichtssystem wahrscheinlich in der Mitte zwischen der englischen und der deutschen Methode liegt. Ich glaube, daß in Deutschland die Neigung besteht, in dem Unterricht eine zu krasse Trennung der verschiedenen vorzutragenden Gebiete herbeizuführen. Hierbei bezieht sich mein Urteil namentlich auf die ausgesprochene Scheidung von Schiff- und Schiffsmaschinenbau. Natürlich möchte ich niemals behaupten, ich sei ein Schiffsmaschinenbauer, aber ich habe doch im Laufe meiner technischen Ausbildung sehr viel Unterricht im Schiffsmaschinenbau erhalten. Herr Seaton, der vor mir sitzt, war mein Mitstudierender und obschon er Schiffsmaschinenbau studierte, empfing er doch auch sehr viel Unterricht in der Schiffbaukunde. Wir haben beide gefunden, daß unsere Ausbildung in diesen beiden Richtungen bei späteren Arbeiten von großem Vorteil war.

Herr Geheimrat Flamm sagt, man bemühe sich auf den deutschen Schulen (in Charlottenburg und in Danzig) sehr, den Studierenden einer jeden dieser beiden Fachrichtungen hinreichende Kenntnisse von beiden zu geben, so daß jede die Erfordernisse der anderen zu berücksichtigen imstande ist. Ich kann mir nicht helfen und muß sagen, man möchte noch etwas weiter gehen, wie wir in England das tun. In Frankreich geht man noch weiter. Ich hoffe wir werden vor Schluß dieser Diskussion noch etwas über die Schulen in Frankreich hören, namentlich über die „Ecole d'Application du Génie Maritime", welche die Mutterschule aller dieser Institute ist. Auf derselben ist im Unterrichtsplan für jeden Studierenden Ausbildung sowohl im Schiffbau als auch im Schiffsmaschinenbau vorgesehen. Die Spezialisierung tritt erst später in der Praxis ein. Man könnte über diesen wichtigen Gegenstand noch sehr lange sprechen, ich wünsche dies jedoch nicht. Ich habe mich bemüht, nur auf die Hauptunterschiede zwischen dem englischen und dem deutschen System hinzuweisen. Eine Tatsache müssen wir als sicher annehmen. Mit wunderbarem Organisationstalent und Wertschätzung alles dessen, was anderswo vorhanden war, haben die Deutschen bei Einrichtung ihrer verhältnismäßig noch jungen Schulen für Schiffbaukunst zuerst in Charlottenburg, dann in Danzig, gemäß ihrer Gewohnheit, alles zu prüfen und das beste zu wählen, sehr überlegt gehandelt. Was sie mit Bezug auf Unterricht getan haben oder in der Folge tun mögen, verdient die ernsthafte Beachtung eines jeden, der sich für diesen Gegenstand interessiert.

Herr Professor C. H. Peabody (Massachusetts Institute of Technology):

Meine Herren! Ich möchte die von Sir William White vorgebrachte Würdigung des uns gehaltenen Vortrages noch nachdrücklich betonen. Dies gestattet mir gleichzeitig, sofort zu den Punkten überzugehen, bezüglich welcher ich mich etwas anders als er auszulassen gedenke. Ich hatte, dank der Liebenswürdigkeit meines Freundes, Herrn Geheimrat Flamm, das Vergnügen, der Technischen Hochschule zu Charlottenburg einen Besuch abzustatten. Dabei ist mir die Ähnlichkeit zwischen der dort und der bei uns in Amerika angewandten Unterrichtsmethode aufgefallen. Dies war für mich um so interessanter, als ich erwartete, an der technischen Hochschule, welche die Universitätstraditionen übernommen hat, ganz andere Verhältnisse als in Amerika anzutreffen, dessen Schulen bis in die letzten Jahre sehr auf dem System der Übungen aufgebaut sind. Ich fand jedoch, daß die Anforderungen der Verhältnisse uns ziemlich in dieselbe Lage gebracht haben, und daß die erstrebten Unterrichtsziele, welche natürlich dieselben sein müssen, auch ziemlich in derselben Weise zu erreichen gesucht werden. Es war für mich ferner sehr interessant, daß Herr Geheimrat Flamm sich ausdrücklich für die Methode der Konstruktionsübungen ausgesprochen hat, welche auch ich für die technischen Schulen als die einzig richtige halte, da dieselben nicht nur das Ziel einer allgemeinen Erziehung verfolgen sollen, sondern mit der Bewältigung einer bestimmten Materie für praktische Zwecke rechnen müssen.

Meiner Überzeugung nach ist es nicht wünschenswert, dafür einzutreten, daß, wie bei dem deutschen Ausbildungssystem, die Studierenden vor Antritt ihrer theoretischen Studien auf der Hochschule den Nachweis einer voraufgegangenen praktischen Arbeit auf einer Schiffswerft erbringen sollen. Prinzipiell bin ich durchaus nicht dagegen, andererseits muß ich jedoch auch meine Erfahrungen anführen, die ich mit Herren gemacht habe, die sich bei uns zur Aufnahme meldeten, nachdem sie eine derartige praktische Ausbildung hinter sich hatten. Ganz gegen meine Erwartung habe ich gefunden, daß, von einigen Ausnahmen abgesehen, die Vorteile einer vorhergehenden praktischen Arbeitszeit nicht so wesentliche waren, daß man diese im allgemeinen als unbedingt erforderlich ansehen sollte. Zwar weiche ich in diesem Punkte wesentlich von den Ansichten einer Kommission meines Landes ab, welche vor einigen Jahren damit beauftragt war, diese Frage in England eingehend zu studieren. Es hat mich jedoch interessiert, noch kürzlich zu sehen, daß die Studierenden in England diese praktische Arbeitszeit nicht durchgemacht haben und ich hoffe, daß man sie auch in Zukunft nicht dazu veranlassen wird. Meiner Ansicht nach ist es vorteilhafter, die systematisch aufgebaute theoretische Ausbildung nicht zu unterbrechen und die praktische Ausbildung erst später nach dem Studium erfolgen zu lassen, wie es jetzt bei den meisten der Absolventen unserer Hochschulen geschieht. Infolge der dem Studium voraufgehenden praktischen Arbeitszeit erhöht sich das Alter des Kandidaten, wie Herr Geheimrat Flamm angeführt hat, um etwa sechs Monate oder ein Jahr. Daß sie in Deutschland für nötig befunden wird, ist meiner Meinung nach noch um so mehr zu bedauern, als in diesem Lande die Schiffbaubeflissenen in der Zeit zwischen dem Verlassen des Gymnasiums und dem Beziehen der Hochschule in der Regel noch ihrer Militärpflicht zu genügen haben. Ich halte es für ein Unglück, daß die Herren erst mit 21 Jahren zu studieren anfangen. Es ist im höchsten Grade wünschenswert, daß sie früher damit beginnen. 19 Jahre sind meiner Ansicht nach die oberste Altersgrenze dafür, denn ich habe gefunden, daß junge Leute, welche in Privatschulen zum Studium vorbereitet wurden und bereits mit 17 Jahren zu uns gekommen sind, Ehre eingelegt haben. Ich bedaure nicht so sehr, daß die Herren, welche nach vorhergehender praktischer Ausbildung und abgeleisteter Militärzeit erst 2 bis 3 Jahre später mit ihrem Studium beginnen können und infolgedessen auch diese Zeit an ihrer beruflichen Tätigkeit verlieren als vielmehr, daß dieselben zu ihrer eigentlichen Berufsausbildung, die ihnen doch das Gymnasium nicht bieten kann, erst in einem vorgeschrittenen Alter kommen, wo ihr Auffassungsvermögen nicht mehr die erforderliche Elastizität aufweist.

Der stellvertretende Ehrenvorsitzende Sir William White:

Ich möchte mir erlauben, Herrn Professor Peabody in einem Punkte seiner Ausführungen zu berichtigen. Wenn ich recht verstanden habe, so sagte er, daß die Kommission für das technische Ausbildungswesen, deren Vorsitzender und Organisator ich gewesen bin, einen Vorschlag gemacht hat, der nicht angenommen worden ist, nämlich dem Studium ein Jahr praktischer Arbeit voraufgehen zu lassen.

Herr Professor Peabody:

Ich hörte, dieser Beschluß sei gefaßt worden.

Der stellvertretende Ehrenvorsitzende Sir William White:

Ich möchte nur sagen, daß Professor Peabody das, was hierzulande bezüglich des Vorschlages der betreffenden Kommission gesagt wurde, irrtümlich aufgefaßt hat. Bei der in voriger Woche abgehaltenen Ingenieurkonferenz waren die Ansichten der weitaus größten Mehrzahl der Teilnehmer einschließlich die mancher Professoren gegen Professor Peabodys



Ansichten. Ich möchte noch ferner bemerken, daß auch in Deutschland das System, welches Herr Professor Peabody empfiehlt, früher praktisch durchgeführt, aber nach stattgehabter Erfahrung aufgegeben wurde. Es haben uns auf der Ingenieurkonferenz vorige Woche ein oder zwei Redner, welche ihre Ausbildung in Deutschland genossen, gesagt, die deutschen Behörden seien nach einer zwölfjährigen Erfahrung mehr als je in ihrer Meinung bestärkt worden, daß ein dem Studium voraufgehendes Jahr praktischen Arbeitens in einer Werkstätte vorteilhaft ist, und daß man daran denkt, in dieser Hinsicht noch größere Ansprüche zu stellen.

Herr Professor W. Hovgaard:

Meine Herren! Der Vortrag gibt uns ein sehr klares Bild über die in Deutschland für die Ausbildung im Schiff- und Schiffsmaschinenbau angewandten Unterrichtsmethoden. Er beweist uns klar, daß das, was die Deutschen tun, stets mit großer Umsicht geschieht und sich den Bedürfnissen des einzelnen Falles gut anpaßt. Zu einem Punkte möchte ich mir nur erlauben, meine Ansicht zu äußern, nämlich zur Frage der dem eigentlichen Studium voraufgehenden praktischen Arbeit, welche die Schiffbaubeflissenen auf den Werften abzuleisten haben. Es ist meine persönliche Überzeugung, daß eine derartige praktische Ausbildung in der Werkstätte den Studierenden, welche Schiffbau- oder Schiffsmaschinenbauingenieure werden wollen, in irgend einem Stadium ihres Studiums auf jeden Fall zuteil werden muß. Ob es nun vor oder nach der theoretischen Ausbildung geschieht, ist eine Frage für sich, die ich nicht erörtern will. Jedenfalls sollte es für jeden Schiff- und Schiffsmaschinenbauingenieur als eine conditio sine qua non angesehen werden, daß er sich eine derartige Werkstätten- und Werftenpraxis angeeignet. Die Vorteile, welche hieraus entspringen, bestehen nicht nur in der Erlangung einer eingehenden Kenntnis der Werkzeuge und der Arbeitsmethoden, sondern, was noch viel wichtiger ist, besonders darin, daß die jungen Leute bei dieser Gelegenheit mit den Arbeitern in Berührung kommen. Sie lernen deren Standpunkt näher kennen und dieselben besser verstehen. Sie sehen die ganze Arbeit von unten, also von einem ganz anderen Standpunkte aus an, als dem, von welchem sie dieselbe jemals später zu sehen Gelegenheit haben werden. Was die Methode der Ausbildung anbetrifft, welche hier von Herrn Geheimrat Flamm angegeben wird, nämlich Übungen abzuhalten, glaube ich, daß damit gemeint ist, daß die Arbeit in den Vorlesungen mit der praktischen Arbeit des Konstruierens (Zeichnens) Hand in Hand gehen soll, daß jede Vorlesung gewissermaßen einen positiven Niederschlag in der Zeichenarbeit hat, welchen die Studierenden bald nachher auszuführen haben. Ich will gerade sagen, daß ich die Arbeiten der Klasse für Schiffbaukunst entworfen habe, die ich in Amerika auf genau denselben Prinzipien durchführe. Ich habe eine Reihe von Vorlesungen über das Entwerfen ausgearbeitet, wobei ich speziell den praktischen Teil der Konstruktionszeichnungen und nicht nur den reinen theoretischen Teil behandelte. Diese Vorlesungen sind von der Ansicht aus aufgestellt, daß sie der Konstruktionsarbeit soviel als möglich vorhergehen und die theoretische Vorbereitung hierfür bilden sollen.

Herr Professor L. A. Marbec (Ecole du Génie Maritime. Redner spricht französisch):

Sir William H. White hat im Laufe seiner Bemerkungen einige Auskunft über die Arbeiten der französischen Ecole du Génie Maritime in Paris, von welcher er in Ausdrücken des Lobes gesprochen hat, gewünscht. Es war die Frage aufgeworfen, ob Schiffbau- und Schiffsmaschinenbau-Ingenieure ihre Ausbildung zuerst gemeinsam empfangen sollen und zu welcher Zeit die Trennung stattzufinden hat. In Frankreich wird der Bau der Schiffe und derjenige von Schiffsmaschinen und Kesseln von ein und derselben Körperschaft, nämlich dem sogenannten „Génie Maritime“, dem Ingenieurkorps, ausgeführt. Wir haben einen

Stamm von Offizieren, denen die an Bord von Schiffen im Betriebe befindlichen Maschinen unterstehen, nämlich das Corps des Mécaniciens de la Marine, welches andere Funktionen als die Schiffsmaschinenbau-Ingenieure hat und welches bei der Konstruktion der Maschinenanlagen den eigentlichen Konstrukteuren nur mit praktischen Ratschlägen zur Seite steht. Das Schiff wird als ein Ganzes (Schiffskörper, Maschinen und Kessel) von demselben Ingenieur, oder besser gesagt, von derselben Ingenieurabteilung unter der Leitung eines Chefs konstruiert. Wir haben somit zu keiner Zeit bei uns einen Unterschied gemacht zwischen den Erbauern des Schiffskörpers und den Erbauern der Schiffsmaschinen, Kessel und elektrischen Anlagen. Jeder Ingenieur erhält in allen diesen Zweigen eine vollständige Ausbildung. Daher konnten sich bei uns weder zwei voneinander getrennte Unterabteilungen entwickeln, noch war es möglich, daß überhaupt eine Spezialisierung eintrat. Unter den verschiedenen von Schiff- und Schiffsmaschinenbau-Ingenieuren eingenommenen Stellungen gibt es solche, welche mehr auf den Bau von Schiffskörpern und wiederum solche, welche mehr auf den Bau von Maschinen Bezug haben, aber derselbe Ingenieur wird während seines Berufes veranlaßt, sich mit diesen beiden Zweigen zu befassen. Manche Ingenieure mögen aus persönlicher Neigung oder Veranlagung eine Vorliebe für den einen oder anderen Zweig erkennen lassen und in demselben eine besondere Vervollkommnung erreichen. Aber es gibt im wahren Sinne des Wortes keine Spezialisierung. Am Ende ihrer beruflichen Laufbahn, wenn dieselben den Rang eines „Directeur des Constructions Navales" erlangt haben, untersteht ihnen alles, was auf Schiffskörper, Maschinen, Kessel, elektrische Anlagen, Werkstätten und Arsenale Bezug hat. Sie müssen aus diesem Grunde alles kennen.

Zwei frühere Directeurs des Constructions Navales, die Herren Bertin und Pollard, sind heute bei uns. Sie alle kennen Herrn Bertin, dessen Arbeiten auf dem Gebiete der Schiffbaukunst eine große Verbreitung gefunden haben. Herr Bertin hat seinerzeit Vorlesungskurse in Schiffsmaschinenbau auf der Ecole du Génie Maritime abgehalten und diese Vorträge sind in Form eines jetzt allbekannten Buches herausgegeben worden. Herr Pollard, den ich hier anwesend sehe und der mit Herrn Dudebout, dem Verfasser des bekannten Werkes über die „Theorie des Schiffes" befreundet ist, war bis vor kurzem Directeur des Etablissements d'Indret, wo Maschinen und Kessel für jede Art von Kriegsschiffen, vom Schlachtschiff bis zum Torpedoboot, gebaut werden.

Wie ich bereits bemerkt habe, kennen wir im Unterricht kein Spezialisieren. Wir verlangen sowohl von jedem Schiffbaukonstrukteur wie von jedem Schiffsmaschinenbaukonstrukteur, daß seine Kenntnisse sich auch über das Gebiet der anderen Abteilung, welcher er selbst nicht angehört, erstrecken. Die Kurse mehrerer Hochschulen sind daher mit Rücksicht auf die Erreichung dieses Zieles angelegt. Das Verhältnis der Anzahl der Schüler und Lehrer hat uns veranlaßt, denselben Kursus sowohl für die Studierenden, welche im ersten, als auch für die, welche im zweiten Jahre an der Ecole du Génie Maritime sind (wo die Dauer der Studien nach Abgang von der polytechnischen Hochschule zwei Jahre beträgt), passend zu machen. Die Kurse sind so eingerichtet, daß ein Jahr auf den Unterricht im Schiffbau und ein anderes auf den im Schiffsmaschinenbau verwandt wird. Auf diese Weise machen einige der Studierenden den Kursus im Schiffsmaschinenbau im ersten Jahre und im Schiffbau im zweiten Jahre durch, während andere das Umgekehrte tun. Jedenfalls sehen wir eine innige Verquickung der beiden Abteilungen für so wichtig an, daß die Studierenden, welche mit Schiffsmaschinenbau beginnen, auch schon im ersten Jahre eine kurze Anleitung im Schiffbau erhalten und daß diejenigen, welche mit Schiffbau beginnen, eine kurze Unterweisung im Schiffsmaschinenbau erhalten, da unserer Meinung nach der eine Gegenstand ohne einige, wenn auch nur geringe Kenntnisse im anderen nicht vollkommen verstanden werden kann.

Ich möchte noch hinzufügen, daß die Hochschule keine eigentlichen Berufsprofessoren



kennt. Die Professoren sind alle Ingenieure, welche eine Zeitlang in der Praxis gestanden haben und welche die Lehrtätigkeit höchstens auf die Dauer von 6 Jahren ausüben. So kommt es, daß eine sehr große Anzahl Ingenieure eine Zeitlang Professor gewesen sind. Einige unter ihnen sind es zweimal gewesen, haben aber in der Zwischenzeit wieder Stellungen auf den Werften inne gehabt. Wir sehen die Lehrtätigkeit nicht als einen Beruf an. Wir fordern einen Ingenieur auf, Vorlesungen über irgendeinen wichtigen Gegenstand zu halten, mit dem er sich besonders intensiv beschäftigt hat. Auf diese Art haben die Vorlesungen bei uns auch einen großen praktischen Wert, da sie von Dozenten gehalten werden, welche eingehende Erfahrungen in den Zweigen ihres Faches besitzen. Den Studierenden andererseits wird Gelegenheit geboten, praktische Übungen im Maschinenlaboratorium, in der elektrischen und metallurgischen Versuchsstation usw. durchzumachen. So darf man sagen, daß unser Studium in einem weit umfassenden Kursus des Schiff- und Schiffsmaschinenbaues besteht und daß Männer von großer praktischer Erfahrung die Lehrtätigkeit ausüben.

Mr. Sydney W. Barnaby (Mitglied des Vorstandes):

Meine Herren! Ich möchte nur erwähnen, daß Herr Professor Peabody die Frage aufgeworfen hat, wann am besten die praktische Ausbildung der Schiffbaubeflissenen auf der Werft erfolgen soll; daß die praktische Ausbildung notwendig ist, gibt er, wenn ich recht verstanden habe, ohne weiteres zu, meint jedoch, daß dieselbe zweckmäßigerweise erst nach dem Studium stattzufinden hat. Die Kommission, welche, wie Sir William White sagte, darüber beraten hat, ist der Ansicht gewesen, daß am besten eine einjährige praktische Ausbildung in der Zeit zwischen dem Abgang vom Gymnasium und der Aufnahme an der Hochschule erfolgen soll, allein es waren auch viele gegenteilige Meinungen vertreten. Persönlich stimme ich Herrn Prof. Peabody darin zu, daß die Abiturienten, welche soeben das Gymnasium verlassen haben, viel besser befähigt sind, den Vorlesungen auf der Hochschule zu folgen, als wenn sie inzwischen ein Jahr praktisch gearbeitet haben. Kürzlich hatte ich das Vergnügen, das Institut von Professor Peabody, das „Massachusetts Institute of Technology" in Boston, in Augenschein zu nehmen, dabei ist mir die große Zweckmäßigkeit der ganzen Einrichtungen und die vorzügliche Methode aufgefallen, nach welcher die Studien und die Laboratoriumsarbeiten der Studierenden geleitet werden.

Herr A. E. Seaton (Mitglied des Vorstandes):

Ich möchte noch ein Wort betreffs eines Punktes hinzufügen, der bisher noch nicht berührt worden ist. Mit Professor Peabody und Herrn Professor Barnaby bin ich der Meinung, daß es wünschenswert ist, daß diejenigen, welche später den Bau von Schiffen und den Betrieb von Schiffswerften zu leiten haben, schon frühzeitig, also am besten vor dem Studium, eine gründliche praktische Ausbildung empfangen müssen, welche sie befähigt, die an sie herantretenden Aufgaben mit den einfachsten und möglichst billigen Mitteln zu lösen. Ich möchte bezweifeln, ob diese Betriebsleiter imstande wären, unsere modern gebauten Schiffe vom Stapel laufen zu lassen, wenn sie nur theoretisch vorgebildet wären. Mit einfachen Holzgerüsten, fürchte ich, eisernen Klammern und Holzeilken wäre dieses nicht geschehen; wahrscheinlich würde es mit weit komplizierteren und kostspieligeren Mitteln durchgeführt worden sein. Arbeiten, wie beispielsweise das Heben von Winden auf das Vorderdeck eines noch auf Stapel liegenden Schiffes, würden schwerlich so schnell und so billig bewerkstelligt werden, wie es jetzt geschieht, wenn sie in den Händen von Leuten lägen, welche ihre ganze technische Ausbildung nur auf der Hochschule empfangen hätten. Durch eine dem Studium voraufgehende praktische Arbeitszeit erwerben sich die Schiffbaubeflissenen frühzeitig die nötigen Kenntnisse in diesen, oft rohen, aber stets praktischen Hand-

griffen und gewinnen auf diese Art ein gewisses Selbstvertrauen, ohne das ein Ingenieur in leitender Stellung an keine Aufgabe herantreten kann. Die Unterweisung in der praktischen Arbeit nach einer Ausbildung auf der Hochschule würde mehr zu einer Mißachtung derselben als zu einer gerechten Würdigung ihres Wertes führen, während bei dem umgekehrten Verfahren der Studierende bereits zur Hochschule eine gewisse Kenntnis in mechanischen Ausführungsmethoden mitbringt, die praktischsten Mittel zur Bewerkstelligung der auf der Werft vorkommenden Arbeiten kennt und auf alles bereits aufmerksam geworden ist, was ihm das spätere Studium dann bieten soll.

Herr Professor A. J. Maclean (New York):

Herr Präsident, meine Herren! Ich bin dem Vortrage des Herrn Geheimrat Flamm sehr aufmerksam gefolgt und danke ihm herzlich für die Belehrung, die er uns zuteil werden ließ; ich möchte aber diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne auf „Webb's Academy", ein in der neuen Welt sehr bekanntes Institut der Stadt New York, hinzuweisen, wo auch Schiff- und Schiffsmaschinenbau gelehrt wird. Während der fünfzehn Jahre des Bestehens dieses Institutes bekleide ich an demselben die Stelle eines Professors für Schiffbau und möchte nicht verfehlen, folgendes über die Entwicklung und Ziele dieser Schule zu erwähnen. Der Sohn des bekannten Schiffbauers Isaac Webb, mit Namen William Henry Webb, empfand es in seiner Jugend sehr schmerzlich, daß es in den Vereinigten Staaten damals keine Gelegenheit gab, sich durch die Literatur oder an einer Schule die nötigen Kenntnisse im theoretischen und praktischen Schiffbau zu erwerben, und faßte daher schon frühzeitig den Entschluß, wenn es ihm seine Mittel jemals gestatten würden, ein Institut zu gründen, an dem diese Wissenschaft gelehrt werden sollte. Nachdem er sich ein bedeutendes Vermögen erworben hatte, kaufte er in der Stadt New York ein Terrain von 13 Acres Größe und baute darauf Webbs Akademie und Vereinshaus für Schiffbauingenieure. Diese Anstalt hat in erster Linie den Zweck, jungen fähigen Leuten, welche Staatsbürger der Vereinigten Staaten sind, eine vierjährige freie Ausbildung (es wird alles geliefert, mit Ausnahme der Kleidung) im Schiff- und Schiffsmaschinenbau zu geben. Außerdem können auch ältere Schiff- und Schiffsmaschinenbau-Ingenieure von den Einrichtungen der Anstalt Gebrauch machen. Das Institut wird von 20 Treuhändern überwacht, deren Präsident Herr Stevenson, Präsident der American Society of Naval Architects and Marine Engineers ist. Der Lehrkörper besteht aus drei Professoren (für Mathematik, Schiff- und Schiffsmaschinenbau und einem Hilfsprofessor); die Anzahl der Studierenden ist auf 45 beschränkt, so daß hierbei eine genügende individuelle Ausbildung erfolgen kann. Während der zwei Monate dauernden Sommerferien müssen die Studierenden entweder auf einer Schiffswerft, einer Maschinenwerkstätte oder an Bord eines Dampfers praktisch arbeiten. Die charakteristischen Eigentümlichkeiten dieser Akademie sind die folgenden: Kein Inserieren zur Erlangung neuer Studierenden, keine Unkosten für die Studierenden, mit Ausnahme der Kleidung, keine Zeugnisse, mit Ausnahme der von anderen Instituten ausgestellten, da das Aufnahmeexamen fortfällt. Bedingung ist jedoch, daß die Leistungen eines jeden Studierenden ein gewisses Niveau erreichen (70 % in jedem Unterrichtsgegenstand), wogegen im anderen Falle sofortige Entlassung erfolgt. Der Studienplan war ursprünglich genau dem der Hochschule zu Glasgow nachgebildet; die Unterrichtsstunden betragen 5 pro Tag und 25 pro Woche. Im Laufe der Zeit hat derselbe aber mannigfache Erweiterungen erfahren, so daß er jetzt schon größere Übereinstimmung mit dem des Herrn Geheimrat Flamm zeigt. Ich möchte noch bemerken, daß unseren Studierenden bereits lange vor ihrer Entlassung von der Schule Stellungen angeboten werden. Die meisten ziehen die Privatpraxis dem Staatsdienste vor, da in jener mehr Chancen für das Vorwärtskommen gegeben sind. Erst kürzlich wurden im Staatsdienste Stellungen mit mehr als 13 Schilling pro Tag angeboten,



trotzdem wurden diesen Angeboten gegenüber geringer bezahlte in Privatbetrieben in der Nähe der Stadt New York lieber gewählt. Viele traten auch in den Zollkutterdienst als Ingenieure ein und bestanden daselbst ihr Aufnahmeexamen zum großen Teil mit sehr gut.

Herr Archibald Denny (Vizepräsident):

Herr Präsident, meine Herren! Darf ich mir gestatten, Ihnen einige wenige Worte zu sagen. Hoffentlich werden Sie gegen einen persönlichen Fall nichts haben, aber meine Ausbildung war vielleicht eine typische. Ich trat mit 16 Jahren als gewöhnlicher Lehrling ein und arbeitete drei Jahre lang in sämtlichen Werkstätten der Werft praktisch, wobei ich gleichzeitig abends noch theoretische Studien trieb. Im Alter von 19½ Jahren bezog ich das Royal Naval College. Herr Geheimrat Flamm teilte uns mit, daß die jungen Herren in Deutschland im Durchschnitt mit 21 Jahren zu studieren beginnen. Unser Kursus war ein dreijähriger, während der deutsche bekanntlich ein vierjähriges Studium erfordert. Leider war meine Vorbildung damals noch nicht so weit fortgeschritten, daß ich allen Vorlesungen folgen konnte, wogegen die Herren, welche von den Marinewerften dorthin kamen, imstande waren, den Kursus voll auszunutzen und natürlich eine viel bessere Vorbildung genossen hatten, ohne großen Müheaufwand. Wenn in Deutschland in Mathematik und verwandten Lehrgegenständen noch eingehendere Studien getrieben werden als auf dem Royal Naval College, so müssen diese Leute der reine Schrecken sein. Die jungen Herren des College sind nämlich in der Regel beim Abgang von der Hochschule etwa 23—24 Jahre alt (ich selbst war damals 22½). Mein Sohn, der zurzeit auf meiner Werft Ingenieur ist, hat eine ähnliche praktische Vorbildung genossen. Nach Beendigung derselben ging er aber nach Amerika und empfing seine theoretische Ausbildung unter Professor Peabody, der eben gesprochen hat. Ob man die praktische Vorbildung oder den wissenschaftlichen Teil zweckmäßigerweise zuerst nehmen soll, wird sobald nicht entschieden werden. Die Frage, was für die Schiffbaubeflissenen ratsamer ist, nämlich ob sie vor oder nach dem Studium auf der Hochschule praktisch arbeiten sollen, wird so leicht nicht entschieden werden können. Ich selbst halte das sogenannte „Sandwichsystem" für die Verhältnisse in Schottland für das Geeignetste, weil das Studium im Jahr nur sechs Monate und darunter dauert, so daß ein junger Mann während der sechs Sommermonate auf der Werft arbeiten und während der sechs kalten Wintermonate in einem schönen warmen Lehrsaal studieren kann. Der Kursus dauert in Glasgow vier Jahre. Die dortige Schule hat sehr tüchtige Ingenieure hervorgebracht.

Zum Schluß möchte ich mir noch erlauben, an Herrn Geheimrat Flamm und alle anderen Herren Professoren folgende Frage zu richten: Was wird aus der großen Anzahl junger Schiffbauingenieure, die die Hochschule entläßt? Bleiben sie im Schiff- und Schiffsmaschinenbau? Eine bestimmte Anzahl der nach dem „Sandwichsystem" ausgebildeten jungen Herren stellen wir auf unserer Werft gerne ein. Dieselben haben in der Regel unsere eigene Vorschule in Dumbarton besucht und ihre weitere theoretische Ausbildung auf unsere Kosten an der Hochschule in Glasgow genossen. Jedoch sind dies im Durchschnitt selten mehr als 3—4 Herren, die dafür in Betracht kommen. Ich glaube gehört zu haben, man munkle, daß in Deutschland die Produktion an Schiff- und Schiffsmaschinenbau-Ingenieuren die Nachfrage bei weitem übersteigt. Ich weiß nicht, ob dem so ist. In Amerika soll dies jedenfalls der Fall sein, aber ich möchte gerne Gewißheit darüber haben. Erwähnen möchte ich noch, daß meiner Ansicht nach jedes richtig durchgeführte System tüchtige Ingenieure hervorbringen muß. Ich habe nicht den geringsten Zweifel, daß das System des Herrn Geheimrat Flamm gut ausgebildete Schiffbauer hervorbringt, aber andere Systeme werden, wenn sie von wirklich fähigen Männern durchgeführt werden, gegebenenfalls auch hierzu imstande sein.



Herr Elmer E. Sperry:

Es ist möglich, daß ich auf die Frage, die eben gestellt worden ist, eine befriedigende Antwort geben kann. Ich habe mit sehr vielen Ingenieuren zu tun gehabt, welche nur eine sehr kurze praktische Arbeitszeit durchgemacht hatten und muß bemerken, daß die Erfahrungen, die ich mit ihnen machte, je nach ihrer persönlichen Veranlagung recht verschieden waren. Alles hing, um das vom Vorredner benutzte Wort anzuwenden, von der Fähigkeit des Betreffenden ab. Meiner Ansicht nach tut man gut, bei Besetzung einer Stelle weniger Gewicht auf die Ausbildung des Betreffenden als auf seine Fähigkeit zu legen, welche angeboren ist und sich nicht erlernen läßt.

Herr J. M. Allan:

Ich möchte über diesen Gegenstand nur noch ein Wort sagen. Während meiner Praxis habe ich einerseits sehr viel mit der Ausbildung junger Leute zu tun gehabt und bin andererseits wiederum auch in verantwortlichen Stellungen als Betriebsleiter tätig gewesen; wir haben die Erfahrung gemacht, daß es für die Schiffbaubeflissenen von großem Vorteil ist, wenn sie vorher etwa drei Jahre praktisch arbeiten, ehe sie ihre technischen Studien an der Hochschule aufnehmen. Auch das Sandwichsystem haben wir ausprobiert, aber damit keine günstigen Resultate erzielt. Die jungen Leute arbeiteten sechs Monate lang bei uns, gingen dann auf sechs Monate zur Schule und kamen dann wieder zurück. Bei ihrer Rückkehr hatten sie viel von den bereits erworbenen Werkstattskenntnissen vergessen, dafür aber ein ziemlich großes, nicht wünschenswertes Selbstvertrauen mitgebracht, was zu Differenzen mit unsern Werkführern führte. Wir waren genötigt, das Sandwichsystem aufzugeben. Wenn die jungen Leute bei uns drei Jahre praktisch gearbeitet haben, so sind wir gern bereit, ihnen Stipendien zu bewilligen, damit sie Universitäten oder technische Hochschulen besuchen können.

Herr Geheimrat Professor Flamm:

Meine Herren! Wenn ich auf all die hier gestellten Fragen antworten sollte, würde dies mehr Zeit in Anspruch nehmen, als wir zur Verfügung haben. Ich kann deshalb nur einige der Fragen, die mir von besonderer Wichtigkeit zu sein scheinen, beantworten. Sir William White sprach von einigen jungen Engländern, welche in Charlottenburg nicht aufgenommen worden sein sollen. Hierzu ist zu sagen, daß zu uns viele junge Engländer, Amerikaner, Japaner, Russen, Dänen, Schweden, Norweger und andere junge Leute aus allen Teilen der Welt kommen. Wir nehmen dieselben gern auf und ich muß ihnen das Zeugnis ausstellen, daß sie im allgemeinen fleißig den Studien obliegen. Auch kann ich sagen, daß die von diesen jungen Leuten erzielten Resultate gute sind. Aber wir können natürlich denjenigen, welche die Vorbedingungen, die wir von unseren eigenen Landsleuten fordern, nicht erfüllt haben, nicht die gleichen Berechtigungen gewähren. Somit mußten wir ein gleiches Gesetz für alle machen und dies ist der Grund, weshalb manchmal junge Leute zurückgewiesen worden sind, wenn dieselben in sehr jugendlichem Alter und ohne Vorkenntnisse kamen, und zwar einfach, weil wir der Ansicht sind, dieselben würden den Vorlesungen nicht folgen können. Dann bedaure auch ich, daß das Alter, in welchem die Studierenden ihre Studien beenden, ein schon etwas vorgeschrittenes ist. Allein wir haben nun einmal diese Schulen, die Gymnasien, die Realschulen, und wir möchten den technisch gebildeten Leuten keine geringere Stellung im Staate geben als beispielsweise den Rechtsanwälten, den Ärzten, denjenigen, welche Philosophie studieren und anderen, welche dieselben Examina ablegen müssen. Somit müssen wir dasselbe Fundament legen und aus diesem Grunde haben wir die neunklassige Schule zu absolvieren.



Früher hatten auch wir das System, nach welchem Schiffbau und Schiffsmaschinenbau zusammen und gleichmäßig studiert werden mußten. Ich beispielsweise studierte Schiffbau und Schiffsmaschinenbau und wurde in beiden Fachrichtungen geprüft. Aber wir haben dies System schon seit 20 Jahren aufgegeben, weil wir finden, daß, wenn einer in die Wissenschaft des Maschinenbaus oder des Schiffbaues tiefer eindringen will, in irgendeiner Weise ein Unterschied zwischen den jungen Leuten, welche Schiffbau, und denjenigen, welche Schiffsmaschinenbau studieren, gemacht werden muß, da heute in jeder Fachrichtung viel mehr Arbeit zu leisten ist als früher. Wenn Sie nach Deutschland kommen und die Zeichnungen sehen, die die jungen Leute während des Studiums machen, werden Sie erstaunt sein. Sie entwerfen Schiffe, machen Arbeitszeichnungen, Materialbestellungen an Hand von Modellen, sie machen alle nötigen Berechnungen, und dies alles kostet Zeit. Wir wollen aber auch, daß sie Zeit haben, sich in der Welt umzusehen und sich über Schiffbau und Ingenieurwesen ein richtiges Bild zu machen. Wir verschaffen ihnen Gelegenheit, während der Ferien an Bord zu gehen, die Studierenden müssen auf den Schiffen wie die Mannschaft arbeiten. Sie gehen nach Amerika und Indien. Diese Reisen werden während der Ferien, im Herbst oder im Sommer, gemacht. Auch arbeiten sie häufig auf Schiffswerften oder bei Zivilingenieuren und verdienen sich durch angestrengte Arbeit ihren Unterhalt, gerade wie Angestellte; sie kommen zurück, wenn die Ferien vorbei sind und studieren weiter. Wir haben nicht ganz vier Monate Ferien im Jahre, von denen drei Monate hintereinander liegen.

Die Bemerkung, die Herr Denny machte, ist ganz richtig. Wir hatten auch Befürchtungen bezüglich der großen Anzahl von Diplomingenieuren, die aus der Abteilung hervorgehen. Wir haben während der letzten zwei Jahre große Anstrengungen gemacht, die Anzahl der Studierenden auf das Niveau des praktischen Bedürfnisses herunterzubringen, so daß die jungen Leute später Anstellung finden können. Alle Studierenden, die zur Marine gehen wollen, müssen die Hochschule besucht haben, so daß eine Anzahl zu diesem Zwecke kommt. Sehr viele der anderen sind Maschinenbauer, die so ausgebildet sind, daß sie auch Stellungen im allgemeinen Maschinenbau, nicht nur auf Werften, finden können, weil wir ihnen die dafür erforderliche Ausbildung geben. Mehrere unserer früheren Studierenden sind, wie ich in meinem Vortrage erwähnt habe, Konstrukteure im Luftschiffbau geworden. Im allgemeinen haben unsere Leute immer noch Stellung gefunden, aber wir dürfen die Frequenz nicht so hoch wie in früheren Jahren halten.

Meine Herren, ich will Sie nicht länger aufhalten. Ich will nur noch sagen, daß bei unserem Unterricht die in England verfaßten technischen Werke von größtem Nutzen für uns sind. Ich möchte namentlich das Buch von Sir William White, die Arbeiten Rankine's, Scott Russells, die Werke von Seaton, Barnaby usw. nennen. Alle diese Bücher kennen wir, und unsere Studierenden lernen aus denselben; sie sind ein Teil des Fundamentes unseres Unterrichts. Deshalb sind wir in Deutschland dem englischen Volke stets dankbar, weil dasselbe uns jene grundlegenden Arbeiten gegeben hat, auf welchem wir imstande sind, unseren Werdegang aufzubauen.

Der Vorsitzende, Admiral Sir Gerard H. Noel:

Meine Herren! Sicherlich stimmen Sie alle mit mir darin überein, daß wir nicht nur einen ganz ausgezeichneten Vortrag, sondern auch eine sehr lehrreiche Diskussion über denselben gehört haben. Nur eine Bemerkung möchte ich machen, und diese ist ein Kompliment für die deutsche Organisation. Zweifellos blickt ganz Europa und die Welt auf Deutschland als eine der großen organisierenden Nationen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich erwähnen, daß mich persönlich besonders der eine von Herrn Geheimrat Flamm angeführte Punkt, nämlich die Ableistung des Militärdienstjahres in Deutschland interessiert. Ich würde es



mit Freuden begrüßen, wenn eine derartige Bedingung auch in unserem Lande bestehen möchte, abgesehen von dem militärischen, auch vom rein physischen Standpunkte aus. Sicherlich könnte auch bei uns zulande jeder Studierende, gleichgültig was er auch studieren mag, durch ein Jahr militärischen Drills nur gewinnen. Ich glaube im Sinne aller Anwesenden zu sprechen, wenn ich Herrn Geheimrat Flamm für den ausgezeichneten Vortrag meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Diskussion über die auf Seite 567 ff. erwähnten Propellerversuche.

Erläutert durch kinematographische Bilder.

Herr Geheimrat Professor Flamm:

Meine Herren! Ehe ich Ihnen die kinematographischen Aufnahmen der frei im Wasser arbeitenden Schraube vorführe — wie ich gestern versprach — möchte ich eine kurze Erläuterung der von mir getroffenen Versuchsanordnung vorausschicken. Über einem 10 m langen Tank lief auf Schienen ein kleiner Wagen, unter welchem das Schraubenmodell im Wasser sich befand, so daß die Schraube im Wasser arbeiten konnte. Auf dem Wagen befand sich ein Elektromotor, der die Schraube antrieb, so daß Wagen und Modell durch den eigenen Achsialschub der Schraube sich vorwärts bewegten. Die Geschwindigkeit war natürlich von der Steigung und der Tourenzahl der Schraube abhängig. Ferner befestigte ich, um verschieden großen Schiffswiderstand zu markieren, mittels Schnüren und Rollen am hinteren Ende des Wagens ein Gewicht, das gehoben werden mußte, wenn der Wagen fuhr. Somit hatte die Schraube einen größeren Schub auszuüben und auf diese Weise erhielt ich ähnliche Verhältnisse, als wenn ein gewisser Grad von Schiffswiderstand zu überwinden gewesen wäre. Mein Gedanke war, die physikalischen Bewegungen im Wasser zu erkennen, die entstehen, wenn die Schraube durch ihre eigenen Umdrehungen und ihren eigenen Achsialschub im Wasser vollständig frei sich vorwärts bewegt. Ich machte stereoskopische Aufnahmen mit einer Expositionszeit von ein Tausendstel Sekunde, die Photographien wurden mit Hilfe von zwei großen 24 000 kerzigen Scheinwerfern aufgenommen. Auf einer Seite des Behälters, dessen beide Wände aus Glas hergestellt waren, standen die Scheinwerfer und auf der anderen Seite befand sich mein photographischer Apparat. Als die Schraube zwischen Kamera und Scheinwerfern durchfuhr, wurde die Photographie aufgenommen. Die Resultate waren sehr gute. Meine Schlußfolgerungen habe ich dem gestrigen Vortrag angeschlossen. Ich bin indes imstande, Ihnen die Wirkung der Schraubensaugung zu zeigen. Diesem Zweck dient der folgende Versuch:

Gibt man einem Stück Blech die Gestalt, die die Vorderfläche eines Schraubenflügels im Querschnitt besitzt (siehe Zeichnung Nr. 1) und ordnet dieses Blech B auf einer horizontalen Achse A A so an, so daß es sich leicht auf und ab bewegen kann, so folgt, daß das Blech A B, wenn man an der in der zweiten Figur der Zeichnung angegebenen Stelle und in der durch den Pfeil bezeichneten Richtung auf dasselbe drückt, sich in der Richtung der punktierten Linie A C hin dreht. Wenn aber ein Wasserstrahl gegen das Blech A B an der durch den Pfeil angedeuteten Stelle gerichtet wird, so stellt sich das Blech in die Richtung der punktierten Linie A D. Sie werden im Kinematographen sehen, wie die Fläche angesaugt wird. Hält man nun die Fläche fest, so muß der Wasserstrahl nach ihr hin abgelenkt werden, und das ist die Saugwirkung bei der sich drehenden Schraube. (Folgt kinematographische Vorführung.)

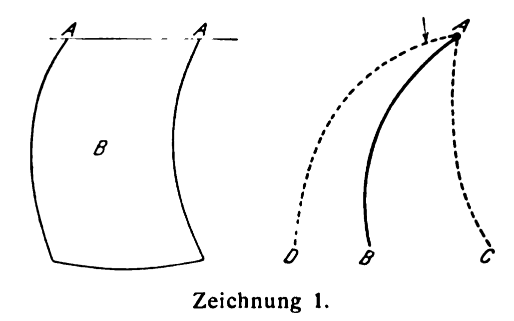
Der Versuch, eine Schraube bei voller Geschwindigkeit zu photographieren, war schwierig, weil die Bewegung der Schraube etwa 3 600 Touren pro Minute betrug und das



Bild nicht immer glückte; immerhin habe ich eine Reihe sehr schöner Photographien aufgenommen. Die Entstehung der Cavitation werden Sie im Kinematographen sehen; die Schraube arbeitet tief unter Wasser, anfangs langsam, bei steigender Tourenzahl entsteht dann allmählich die Cavitation. Dabei senkt sich die Oberfläche des Wassers mehr und mehr; tritt hierbei Luft in den Schraubenraum, so ist der ganze Achsialschub der Schraube verloren.

Es ist mir nicht möglich gewesen, den Wirkungsgrad der Schrauben zu messen; ich kann Ihnen nur die physikalischen Bewegungen des Wassers und gewisse Resultate zeigen. Eine Sache ist jedoch von großer Wichtigkeit: Ich halte es für hochwichtig, der Konstruktion und der Ausbildung der vorderen Fläche der Schraubenflügel mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden, als man dies gewöhnlich tut; gerade die Vorderkurve hat einen großen Einfluß auf das Saugen, und dieses Ansaugen des Wassers dürfte einen großen Teil des Schraubenschubes ausmachen.

(Das Zimmer wird verdunkelt und eine Reihe von Bildern auf den Schirm geworfen.)



Zeichnung 1.

Der stellvertretende Ehrenvorsitzende Sir John I. Thornycroft:

Meine Herren! Aus den sehr interessanten Vorführungen, die wir gesehen haben und welche den Vortrag, den Herr Geheimrat Flamm uns gehalten hat, erläutern, muß es uns allen einleuchten, daß Herr Geheimrat Flamm sich sehr viel Mühe gegeben hat, diese Wirkungen zu erzielen und sichtbar zu machen. Sie werden zugeben, daß dieselben mit großer Klarheit vorgeführt und erläutert worden sind. Wir müssen ihn sicher zu der vollkommenen Weise, in welcher diese Photographien erzeugt worden sind, beglückwünschen. Ich bedaure nur, daß Herr Geheimrat Flamm dem Heruntersaugen der Luft von der Oberfläche so große Aufmerksamkeit zugewandt hat, denn wir sind, wie ich glaube, mehr oder weniger damit vertraut. Aber was wir als Cavitation ansehen, ist meiner Ansicht nach davon etwas verschieden. Ich glaube, daß, wenn Herr Geheimrat Flamm nach einiger Zeit diese Versuche durch andere ergänzen könnte, bei denen die Schraube so weit untergetaucht ist, daß keine Luft von der Oberfläche nach unten gelangen kann, wir dann erhalten würden, was wir als Cavitation kennen und was in den von Sir Charles Parsons veröffentlichten Photographien so gut dargestellt war. Wenn die Schraube sehr nahe der Oberfläche ist, erhalten wir eine intermittierende Wirkung. Man erhält etwas, was einer Cavitation nahe kommt, aber durch ein hinreichendes Untertauchen der Schrauben erhalten wir diese Störung nicht. Wenn man, wie Herr Geheimrat Flamm in seinem Vortrag auseinandergesetzt hat, eine ebene Fläche dort auf das Wasser legt, wo die Luft heruntergezogen wird, so wird die Schubkraft des Propellers, wenn derselbe sich nahe der Oberfläche befindet, bedeutend vergrößert. Aus



diesem Grunde sind viele Firmen dazu übergegangen, das Heck des Schiffes flach auszugestalten, um dadurch die Störung beim Arbeiten der Schrauben zu vermindern, weil sie dadurch verhindern, daß die Luft nach unten in den Schraubenraum eintritt, wie wir das in den schönen Photographien hier gesehen haben. Es ist noch ein anderer Punkt, bezüglich dessen ich eine Bemerkung machen möchte, und zwar betrifft dies das interessante Experiment, bei dem ein Wasserstrahl auf eine gekrümmte Oberfläche gerichtet wird und außerstande ist, die Oberfläche zu verlassen, indem er gezwungen wird, der Kurve zu folgen und die kleine gekrümmte Schaufel, welche die Rückseite des Schraubenflügels darstellen soll, nach oben zu ziehen. Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß Versuche, welche ich mit der gekrümmten Form des Hecks eines Schiffes gemacht habe, genau dieselbe Sache darstellen. Es sind von Herrn Froude Versuche gemacht worden, bei denen das Modell ein gekrümmtes Heck hatte; hierbei hob es seinen Bug ganz aus dem Wasser, trotz der Schwerkraft in dem Augenblicke der Drehung infolge des Zuges, der oberhalb des Widerstandschwerpunktes wirkte.

Wir sind Herrn Geheimrat Flamm für den ausgezeichneten Vortrag, den er gehalten, und die schöne Art und Weise, wie er die Erscheinungen des Hinabsaugens der Luft von der Oberfläche durch die Arbeit der Schraube dargestellt hat, zu großem Danke verpflichtet.

Herr A. Isakson:

Es ist mir vielleicht gestattet, die Bemerkungen des Redners bezüglich der von Herrn Professor Flamm bei seinen Untersuchungen angewandten vorzüglichen Methoden zu unterstützen. Ich glaube, viele der hier anwesenden Herren haben in klarem Wasser eine Schraube beobachtet, welche so tief untergetaucht war, daß jede Ansaugung von Luft von der Oberfläche her vollständig ausgeschlossen war. Ich habe mich manchmal über die Gillung eines Schiffes gelehnt und das Arbeiten der Schraube in dem klaren Wasser beobachtet. Ich tat dies zum letzten Male im Indischen Ozean bei vollständiger Windstille und als die Flügelspitzen der Schraube fünf bis sechs Fuß unter der glatten Oberfläche des Wassers waren. Sie werden dann häufig beobachten, daß an dem vorderen Teil der Flügelspitze eine kleine silberglänzende, dem Flügel folgende Luftblase sich zeigt, welche niemals verschwindet, obschon sie beständig kleine Luftblasen von sich gibt. Anstatt Luft von der Oberfläche zu saugen, saugt die Flügelspitze sie aus dem vollen Wasser, in dem Luft stets in größerem oder geringerem Grade gelöst ist und, wie allgemein angenommen wird, ist es diese Luft, welche sozusagen „in statu nascendi" und somit stark oxydierend die Vorderseite der gußeisernen Flügelspitzen oder der Stahlpropeller wegfrißt. Ich denke, es müßte sich eine Methode zur Untersuchung der wirklichen Höhe eines teilweisen Vakuums vor den Propellerflügeln an verschiedenen Stellen finden lassen. Man kann eine Reihe von Löchern in die Vorderfläche eines Propellerflügels bohren, dann dieselben alle, mit Ausnahme eines einzigen, gleichzeitig mit Bolzen verschließen und ihre inneren Enden mit einem längs durch den Flügel gebohrten und sich bis in die Mitte des hinteren Endes der Propellerwelle erstreckenden gemeinsamen Luftkanal verbinden. Dadurch würden Sie imstande sein, das teilweise Vakuum an verschiedenen Stellen des Flügels mittels eines Vakuummanometers an der Gillung und eines heruntergelassenen, mittels einer rotierenden Stopfbuchse mit dem Luftkanal durch das Ende der Welle nach dem Propeller verbundenen Rohrs zu untersuchen. Man käme durch eine derartige Methode zu einer ziemlich genauen Annäherung an den wirklichen Grad von teilweisem Vakuum an verschiedenen Stellen auf der vorderen Flügelfläche und dies dürfte vielleicht zu wertvollen Schlußfolgerungen bezüglich Verbesserungen in der Form der Flügel führen.



Herr Archibald Denny (Vizepräsident):

Ich glaube, wir sind Herrn Professor Flamm für die Bilder, die er uns gezeigt hat, zu großem Dank verpflichtet. Was mir außerordentlich gefallen hat, ist, daß, soweit wir nach diesen Abbildungen beurteilen können, die Wassersäule, welche von der Schraube abströmt, ziemlich parallel verläuft und keine streuende Wirkung besitzt, wie manche Leute vermutet haben, und ich glaube, dies wird der Todesstoß für jenen Erfinder sein, welcher glaubt, daß er durch eine besondere Schraubenform die zentrifugale oder streuende Wirkung des Wassers vermeiden wird.

Bezüglich der Frage der Cavitation ist es ganz richtig, wie Herr Professor Flamm an dem Modell gezeigt hat, daß die Luft nach innen geführt wird. Ich habe jedoch eine tatsächliche Cavitation bei einer wirklichen Schraube auf offener See gesehen. Als wir mit dem „King Edward“ Probefahrt machten, herrschte vollständige Windstille, es zeigte sich nicht die geringste Kräuselung auf dem Wasser, das vollständig klar war, die Sonne schien hell. Wir wollten feststellen, mit welcher Geschwindigkeit das Schiff achter fahren könne und wir ließen es rückwärts laufen. Die Schraube war so tief unter Wasser, daß Luft nicht hinuntergelangen konnte und ich sah auch, daß sie nicht hinunterging. Es bildete sich eine tatsächliche Cavitation und die Spiralen traten genau in derselben Weise wie erwartet auf und wie Sir Charles Parsons in seinem Tank gezeigt hat.

Herr Geheimrat Professor Flamm:

Ich möchte Ihnen meinen Dank für die Freundlichkeit aussprechen, welche Sie mir erwiesen haben, indem Sie mir Gelegenheit gaben, Ihnen diese Arbeiten zu unterbreiten. Ich halte das Problem für sehr interessant. Natürlich kosten die Versuche eine Menge Geld und ich hoffe, daß unsere Regierung mich unterstützen wird; ich werde demnächst versuchen, einige photographische Aufnahmen von zwei oder drei gleichzeitig arbeitenden Schrauben zu machen. Wenn es mir gelingt, werde ich Ihnen gern die erzielten Resultate unterbreiten.

Der Vorsitzende Vizeadmiral Sir John Durston:

Es gereicht uns zum großen Vergnügen, Herrn Professor Flamm unseren herzlichsten Dank auszusprechen.

Besichtigungen.

XX. Die Neue Automobil-Gesellschaft in Oberschöneweide bei Berlin.

Um die Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts sind die Anfänge der Automobiltechnik, auf der sich die heutige Automobilindustrie aufbaut, zu suchen. Wenn auch bereits ein bis zwei Jahrhunderte zuvor Fahrzeuge gebaut wurden, die sich durch mechanische Kräfte bewegten, so ist es doch kaum zulässig, diese damals hergestellten Vehikel in einen Zusammenhang mit den heutigen Konstruktionen zu bringen. Deutsche Techniker waren es, die zum ersten Male einen wirklich brauchbaren Explosionsmotor konstruierten, dessen räumliche Ausdehnung und dessen Gewicht im Gegensatz zu den früher verwendeten schwerfälligen Dampfmaschinen derartig waren, daß man ihn in einem fahrbaren Untergestell anordnen konnte.

Viele Jahre der Entwicklung waren erforderlich, bevor diese Erstlingsausführungen sich zu praktisch verwendbaren Konstruktionen gestalteten, und es bedurfte einer Zeitspanne von fast zwanzig Jahren, bis es der Technik gelang, das rein handwerksmäßige der Herstellung in ein fabrikatorisches umzuwandeln.

Um diese Zeitepoche tauchte bei der damals bereits im Vordergrunde der deutschen Industrie stehenden Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft der Gedanke auf, sich selbst auf diesem bisher für sie noch unerprobten Gebiete zu betätigen. Schon damals wurde von den Leitern der A. E. G. die ungeheure Bedeutung, die das Automobil bei einer rationellen Herstellung erlangen müßte, erkannt. In den mechanischen Werkstätten der kurze Zeit vorher errichteten großen Fabrikanlage des Kabelwerks Oberspree in Oberschöneweide wurden um das Jahr 1900 die ersten Versuche mit dem Bau von Kraftfahrzeugen unternommen. Nachdem man über die ersten Versuchsstadien hinweggekommen war, wurde, um durch Anlehnung an vorhandene und praktisch erprobte Konstruktionen schneller zum Ziele zu kommen, die damals in Berlin bereits bestehende „Allgemeine Automobil-Gesellschaft“ erworben und der Verkauf in gleicher Weise, wie es in der Verwaltung der A. E. G. stets üblich war, derart organisiert, daß eine besondere

Die Fabrik der N. A. G. in Oberschöneweide.

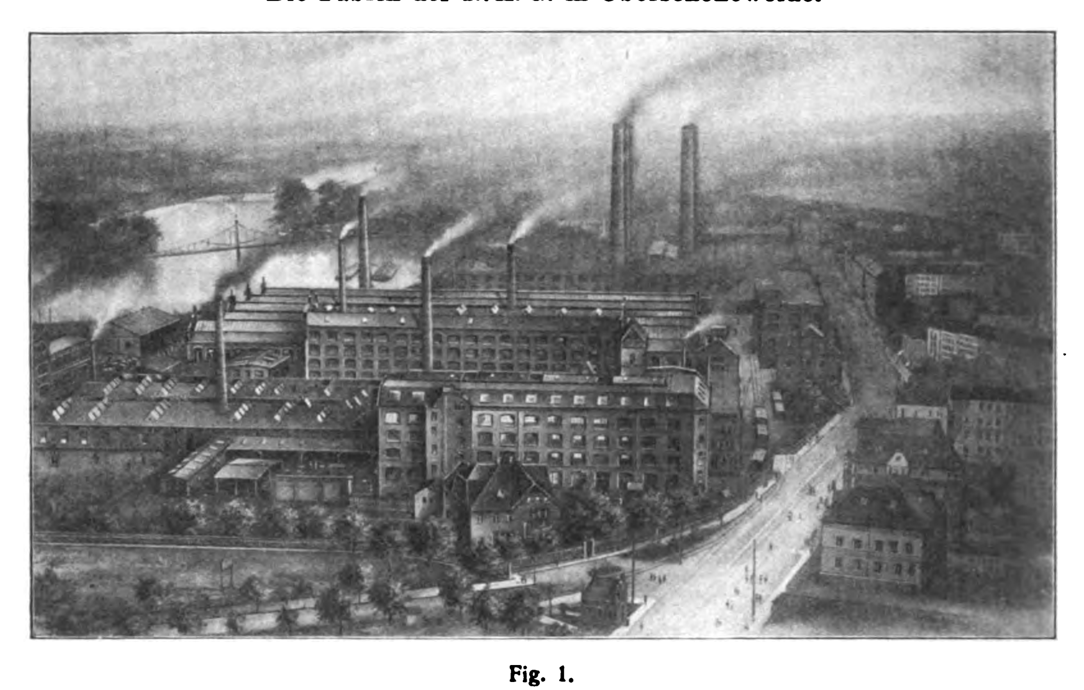


Fig. 1.

Fabrikhof.



Fig. 2.

Verkaufsgesellschaft ins Leben gerufen wurde, deren Aufgabe es sein sollte, den Vertrieb der in der Automobilfabrik der A. E. G. hergestellten Fahrzeuge zu betreiben.

Dies geschah gegen Ende des Jahres 1901. Am 24. Dezember erfolgte die Eintragung der Verkaufsstelle, die in Form einer Gesellschaft mit beschränkter Haftung unter dem Namen Neue Automobilgesellschaft m. b. H. gegründet wurde.

Die erste Automobiltype, die von der N. A. G. herausgebracht wurde, war auf Grund der von der Allgemeinen Automobilgesellschaft erworbenen Lizenzen nach Konstruktionen von Professor Klingenberg im Blocksystem gebaut, bei dem Motor und Getriebe ein Ganzes bildeten und mit der Hinterachse direkt verbunden waren.

Der Entwicklung der Automobiltechnik folgend wurde diese Konstruktion bald verlassen und der heute allgemein übliche Typ des im Vorderteil des Wagens untergebrachten stehenden Motors aufgenommen. Zu gleicher Zeit entstand auch der bis zum heutigen Tage für die N. A. G.-Fahrzeuge typische kreisrunde Kühler, der inzwischen als Wahrzeichen dieses Fabrikats in der ganze Welt bekannt geworden ist.

Zu der Zeit, als die N. A. G. ihre Tätigkeit begann, war von einer praktischen Verwertung des Automobils noch kaum die Rede. Die N. A. G. kann für sich den Ruhm in Anspruch nehmen, mit an erster Stelle diejenige gewesen zu sein, welche zu der praktischen Verwertung des Explosionsmotors in erheblichem Maße beigetragen hat.

Bereits um das Jahr 1903 wurde mit dem Bau von Motorlastwagen und -droschken begonnen. Der erste Lastzug der N. A. G. erregte nicht geringes Aufsehen, und seine Vorführung auf dem Tempelhofer Felde in Berlin, die in Gegenwart des preußischen Kriegsministeriums und vieler hoher Offiziere des Generalstabes und der Verkehrstruppen sowie der Leiter der Kolonialabteilung stattfand, galt als technisches Ereignis. Dieser im Auftrage des Herrn Oberleutnants a. D. Troost, des verstorbenen Mitgliedes der Schiffbautechnischen Gesellschaft, auf Grund der einerseits technischen, anderseits örtlichen Erfahrungen hergestellte erste Lastzug der Welt war für Deutsch-Südwest-Afrika bestimmt und hat dort mehrere Jahre hindurch unter anderem auch während des Hereroaufstandes gute Dienste geleistet. Während längerer Zeit bedeutete der Trakteur das einzige Verkehrs- und Transportmittel durch die Sandwüsten dieser damals fast noch völlig unerschlossenen Kolonie. Die Aufgabe, vor die die Konstrukteure der N. A. G. hierbei gestellt wurden, war für die damalige Zeit eine sehr schwierige. Es wurde verlangt, daß der Trakteur durch wegelose Sandwüsten, durch aus-

getrocknete Flußbetten und Flugsandstrecken seinen Weg nehmen sollte. Für diesen Zweck war er mit einer Winde ausgerüstet, durch die er sich an einem Drahtseile über die schwersten Wegestellen, namentlich über die Böschungen ausgetrockneter Flüsse, hinwegziehen konnte.

Die Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft erblickte in diesen Gefährten nicht nur ein für die Massenbeförderung unersetzliches Hilfsmittel, sondern auch bei der damaligen geringen und teuren Produktion von Benzin eine große Absatzquelle für ihre Spiritusbrennereien. Sie fühlte sich infolgedessen veranlaßt, die

Neubau der N. A. G. im Jahre 1911.

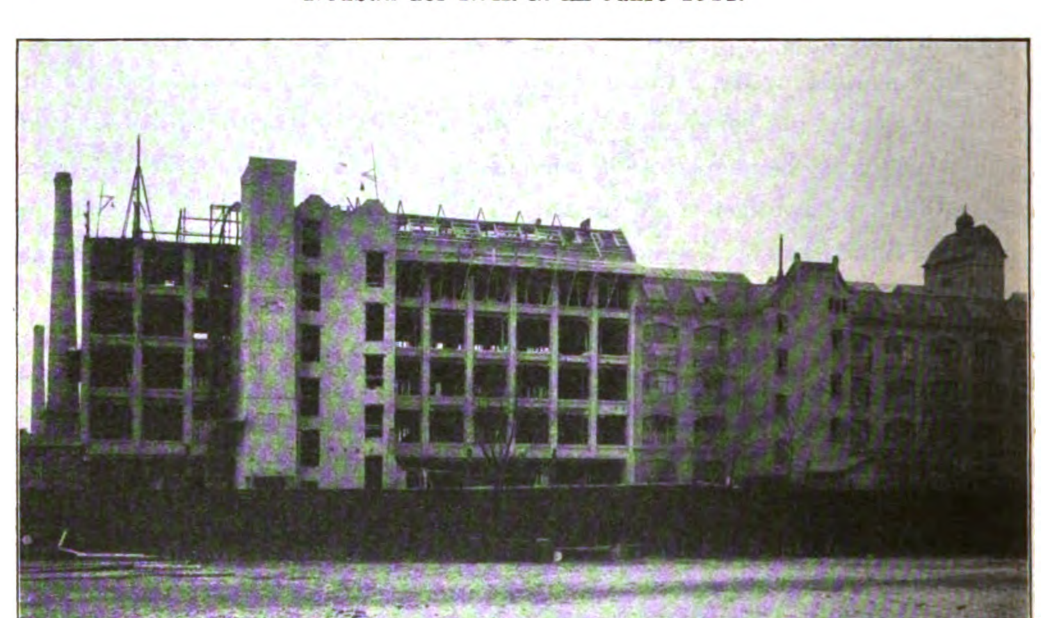


Fig. 3.

erste Lastwagenkonkurrenz zu veranstalten, in der die N. A. G. den ersten Staatspreis und einen Ehrenpreis Seiner Majestät des Deutschen Kaisers errang.

Auch die deutsche Industrie erkannte bald die große Bedeutung, die für sie die motorische Lastenbeförderung hat, und es ist für die ungeheure Entwicklung, die die Automobiltechnik genommen hat, bezeichnend, daß man sich heute verschiedene Zweige der Industrie, speziell die Brauereien, kaum ohne dieses unersetzliche Hilfsmittel für die Beförderung ihrer Güter vorstellen kann.

Zur gleichen Zeit wandte wie bereits erwähnt die N. A. G. ihre Aufmerksamkeit dem Vertriebe von Kraftfahrzeugen für den öffentlichen Personenverkehr, von Droschken und Omnibussen zu. Die erste Automobildroschke der N. A. G.

wurde in Berlin am 18. Oktober 1903 mit der Polizeinummer 2002 in Dienst gestellt und arbeitet seitdem in Tag- und Nachtschichten bis auf den heutigen Tag.

Um auf diesem Gebiete einerseits größere Erfahrungen zu sammeln und anderseits zur Belebung des Verkaufs vorbildlich zu wirken, wurde im Jahre 1904 eine Droschken-Betriebsgesellschaft unter der Firma Automobil-Betriebsgesellschaft m. b. H. in Berlin ins Leben gerufen, die zunächst mit zwölf N. A. G.-Wagen ausgerüstet wurde und die sich heute zu der größten in Deutschland existierenden

Dreherei und Zahnräder-Fabrikation.



Fig. 4.

Droschkenbetriebs-Gesellschaft mit einem Wagenpark von Fahrzeugen mit Explosionsmotoren und Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb entwickelt hat. Die Zuverlässigkeit und Sparsamkeit der von der A. B. G. unterhaltenen Fahrzeuge ermöglicht es, eine fortschreitende Rentabilität zu erzielen, und veranlaßte ihre Gründer, sie vor einiger Zeit in eine Aktiengesellschaft mit einem Grundkapital von 3 Millionen Mark umzuwandeln.

Nicht die Teilnahme an sportlichen Veranstaltungen, von denen sich die N. A. G. von Anfang an fern hielt, sondern die in der sorgfältigen Beobachtung der Betriebsresultate gesammelten Erfahrungen und der hierauf beruhenden fort-



schreitenden Verbesserungen an Konstruktion, Material und Ausführung kennzeichnen den Weg, den die N. A. G. stets verfolgt hat. Von jeher hat sie ihr Augenmerk auf die praktische Entwicklung des Automobils als Verkehrs- und Transportmittel im Auge gehabt und einen sehr erheblichen Teil zur Lösung dieser Aufgabe beigetragen. Lange Jahre der Entwicklung und große Geldopfer sind erforderlich gewesen, um den Automobilismus aus einer Luxusindustrie, die lediglich einem beschränkten Teile von Begüterten zugänglich war, zu dem

Teilfabrikation des Kleinwagenbaus.

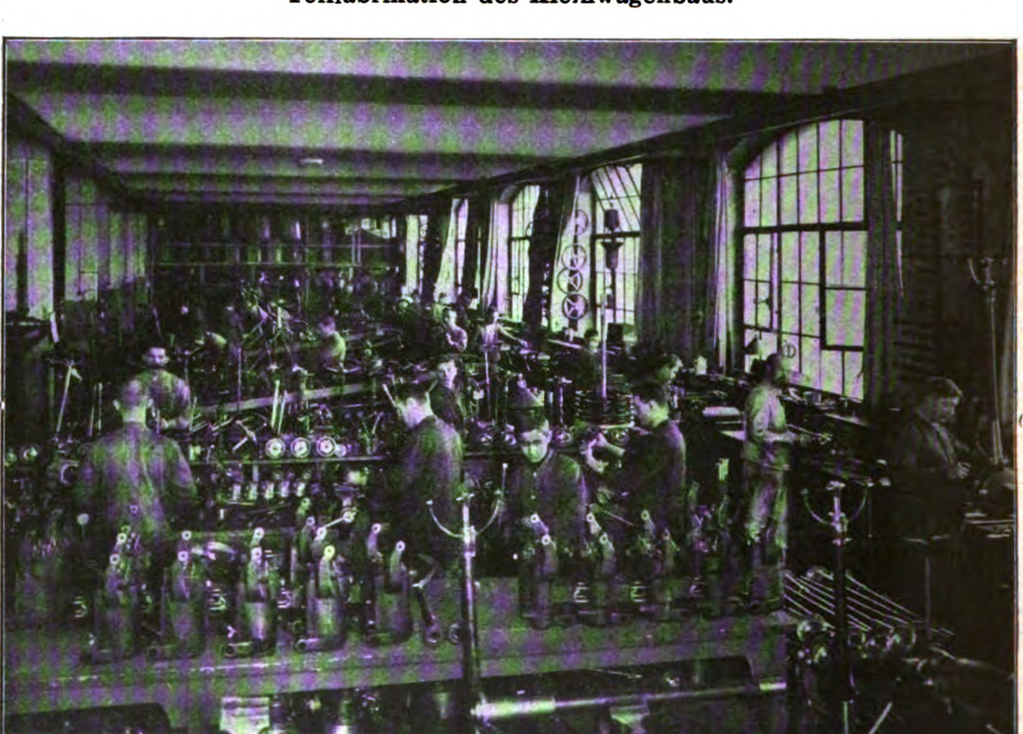


Fig. 5.

heutigen unersetzlichen Hilfsmittel im Erwerbsleben und zu einem für Tausende und Abertausende erheblichen Faktor im Kampfe ums Dasein zu machen.

Vor allem ist hier die Aufnahme der Fabrikation von Kleinautos zu erwähnen deren Herstellung und Vertrieb einen breiten Raum im Arbeitspensum der N. A. G. einnehmen. Ungleich mehr als beim Luxuswagen spielt beim Kleinauto neben der Höhe des Anschaffungspreises die der Betriebskosten eine ausschlaggebende Rolle. Die Erzielung einer der animalischen Beförderung meist weit überlegenen Rentabilität erbrachte der Kleinwagenindustrie erst ihre außerordentliche volks-

wirtschaftliche Bedeutung, stellt doch der Automobilbetrieb für viele Berufsklassen im wahrsten Sinne des Wortes eine Vervielfältigung der Persönlichkeit dar.

Noch ständig wächst das Verwendungsgebiet der motorischen Traktion. Allen diesen für den praktischen Gebrauch bestimmten Fahrzeugen hat die N. A. G. ihr Augenmerk zugewandt. So sehen wir die Fabrikation der verschiedenartigsten Fahrzeuge für den Heeresdienst, als dessen modernstes Glied die Herstellung eines zur drahtlosen Telegraphie bestimmten Kraftwagens zu bezeichnen ist. Fahrzeuge für Krankenbeförderung, für die Straßenbesprengung und für die verschiedensten Zwecke des Feuerwehrdienstes gehören zu ihrem Lieferungsprogramm.

Der im Jahre 1905 an die Heeresverwaltung gelieferte erste Armeelastzug der N. A. G. darf als der Vorläufer für die vom Kriegsministerium seit einigen Jahren subventionierten Lastzüge gelten. Es ist selbstverständlich, daß die N. A. G. von Anfang an bei den Prüfungsfahrten, die die Heeresverwaltung für diese bestimmt festgelegten Typen veranstaltete, teilnahm und zu denjenigen Firmen zählt, die den größten Anteil an dem jährlichen Kontingent von Subventionswagen hat.

Von Spezialgebieten, die in den Kreis der Fabrikation einbezogen wurden, sind noch Motoren für stationäre Betriebe, für die Schiffahrt und für Flugzeuge aller Art zu erwähnen.

Bei einem im Jahre 1907 von der Motorluftschiff-Studiengesellschaft veranstalteten Wettbewerb ging die N. A. G. mit einem 100 PS 6 Zylinder-Luftschiffmotor als Siegerin hervor. Es wurden in der Folgezeit eine erhebliche Anzahl von Luftschiffen und Flugapparaten mit N. A. G.-Motoren ausgerüstet, die den hohen Anforderungen des Betriebes im Motorluftschiff- und Flugzeugwesen wie kaum ein anderes System entsprochen haben.

Die zuerst der Automobilfabrikation zugewiesenen Räumlichkeiten erwiesen sich bei der ständigen Entwicklung bald als unzureichend. Es wurde neben einer großen sechsschiffigen Halle ein fünfstöckiger Hochbau errichtet, der sich inzwischen wiederum als zu klein erwiesen hat und dem ein weiterer aus 6 Geschossen bestehender Hochbau angeschlossen wird, der soweit fertiggestellt ist, daß er in kurzem in Betrieb genommen werden kann.

Es wurde bereits erwähnt, daß der Verkauf in Übereinstimmung mit der bei der A. E. G. üblichen Organisation von der Fabrikation getrennt verwaltet wurde. Die fortschreitende Entwicklung aber lehrte, daß diese Art der Organisation bei dem innigen Zusammenhang der Materien in der Automobilindustrie auf Schwierigkeiten stieß. Die Verwaltung der A. E. G. gab daher im Jahre 1908



Automaten- und Revolver-Dreherei.



Fig. 6.

Motoren- und Getriebebau.



Fig. 7.

die gesamte Fabrikation mit allen vorhandenen Einrichtungen an die N. A. G. ab, die in der Folge somit nicht nur den Vertrieb, sondern auch die Fabrikation der Fahrzeuge übernahm.

Die allmähliche, den jeweiligen Absatzverhältnissen angepaßte Erweiterung der Fabrikationsmengen erleichterte es der N. A. G., ihre Verkaufsorganisation auszubilden. Während sie sich im Anfang ihrer Tätigkeit auf den deutschen Markt beschränkt sah, der überdies zur damaligen Zeit mindestens zu gleichen

Teilfabrikation und Bau kleiner Wagen.



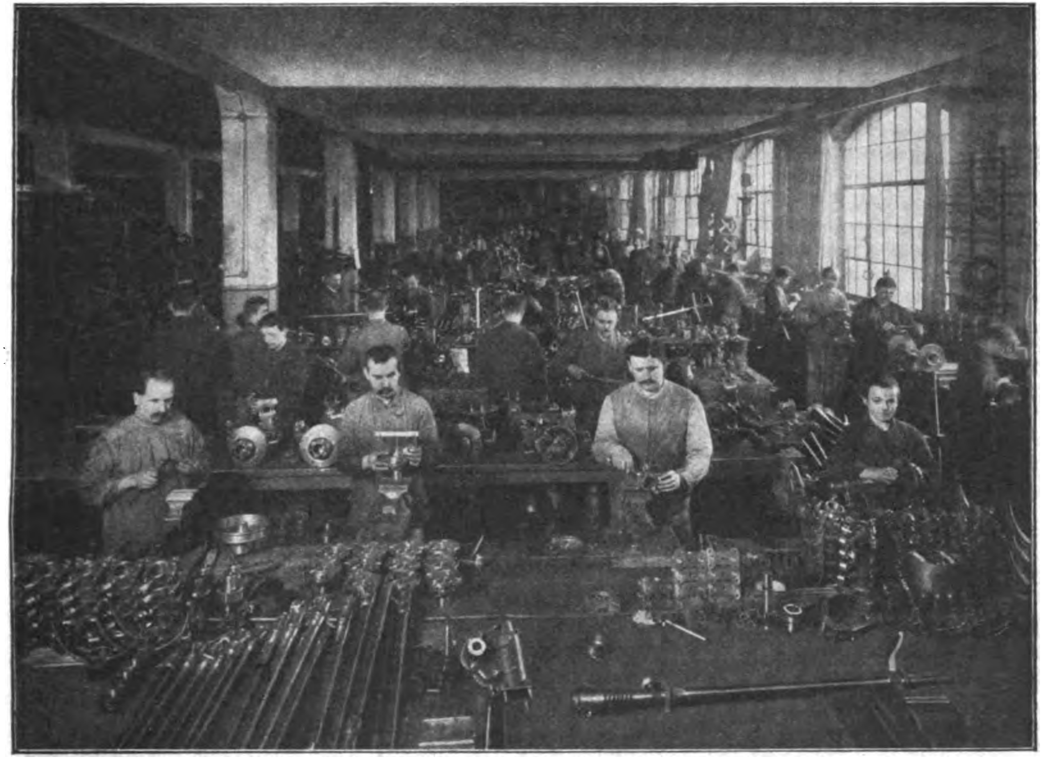


Fig. 8.

Teilen von der deutschen und ausländischen Produktion, speziell der französischen und italienischen, befriedigt wurde, richtete sie ihr Augenmerk in der Folge immer mehr auf die Entwicklung des Auslandgeschäftes. Neben der Hauptverwaltung, die seit dem Jahre 1908 in Oberschöneweide ihren Sitz hat, bestehen zurzeit in Berlin, Bremen, Breslau, Cöln, Danzig, Dresden, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Nürnberg und Posen eigene Verkaufsstellen, während in den meisten Hauptplätzen des In- und Auslandes Verkaufsvertretungen unterhalten werden, die es der N. A. G. ermöglichen, auf fast allen dem Automobilismus erschlossenen Absatzgebieten in wirksamen Wettbewerb zu treten.

Besser als durch Worte wird durch die Tatsache, daß es der N. A. G. gelungen ist, fast die gleichen Umsätze wie im Inlande durch den Export zu erzielen, die Wertschätzung gekennzeichnet, deren sich ihre Fabrikate auf dem Weltmarkte erfreuen. Daß die Preisgestaltung hierfür eine erhebliche Rolle spielt, braucht kaum gesagt zu werden; denn es ist erforderlich, gegen Länder zu konkurrieren, die häufig in bezug auf Fracht- und Zollverhältnisse wesentlich günstiger gestellt sind als die deutsche Industrie. Ihre Erfolge verdankt die N. A. G. in

Probierstation.

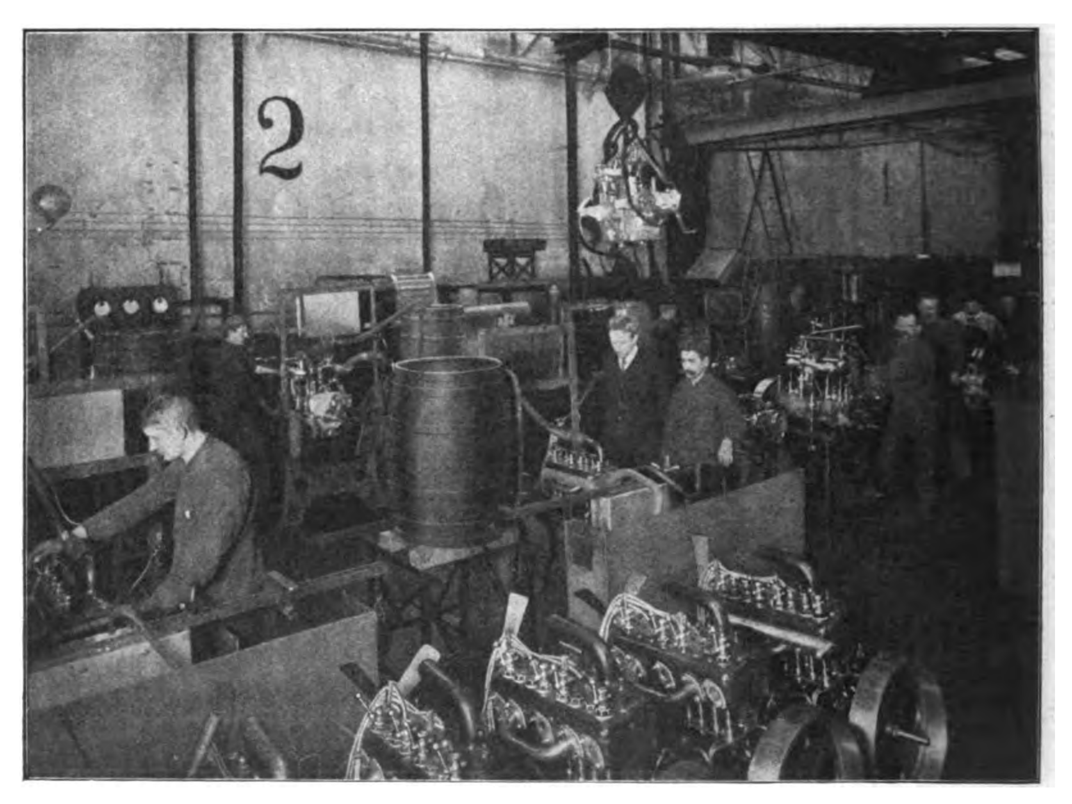


Fig. 9.

erster Reihe der Vereinheitlichung der Typen und der Einführung der Massenfabrikation. Ein Besuch der Werkstätten gibt am besten ein Bild darüber, in welcher Weise die langjährigen Erfahrungen im Präzisionsmaschinenbau, nicht zuletzt die der A. E. G., für den Automobilbau nutzbringend Anwendung gefunden haben.

Drei Schiffe des großen Hallenbaues werden von der Maschinenabteilung in Anspruch genommen, deren Spezialmaschinen in ununterbrochener vierundzwanzigstündiger Arbeit die einzelnen Teile der Fahrzeuge herstellen. Die Übersicht über diese Räumlichkeiten wird durch den elektrischen Einzelantrieb jeder

Maschine, durch den das wirre Durcheinander der Transmissionen vermieden wird, bedeutend erhöht, während anderseits hierdurch eine erhebliche Verminderung der Betriebsunfälle bewirkt wird. Mehr als 600 Maschinen sind erforderlich, um alle die zahllosen Räder, Wellen, Gehäuse und Zylinder zu bearbeiten, deren die Fabrikation bedarf. An diese Werkstätten schließt sich eine Kontrollstation an, in der von fachkundiger Hand die einzelnen Arbeitsprozesse aufs sorgfältigste geprüft werden, denn nirgends ist die Präzision der Arbeit ein wichtigeres Er-


Chassis-Montage für Lastwagen.

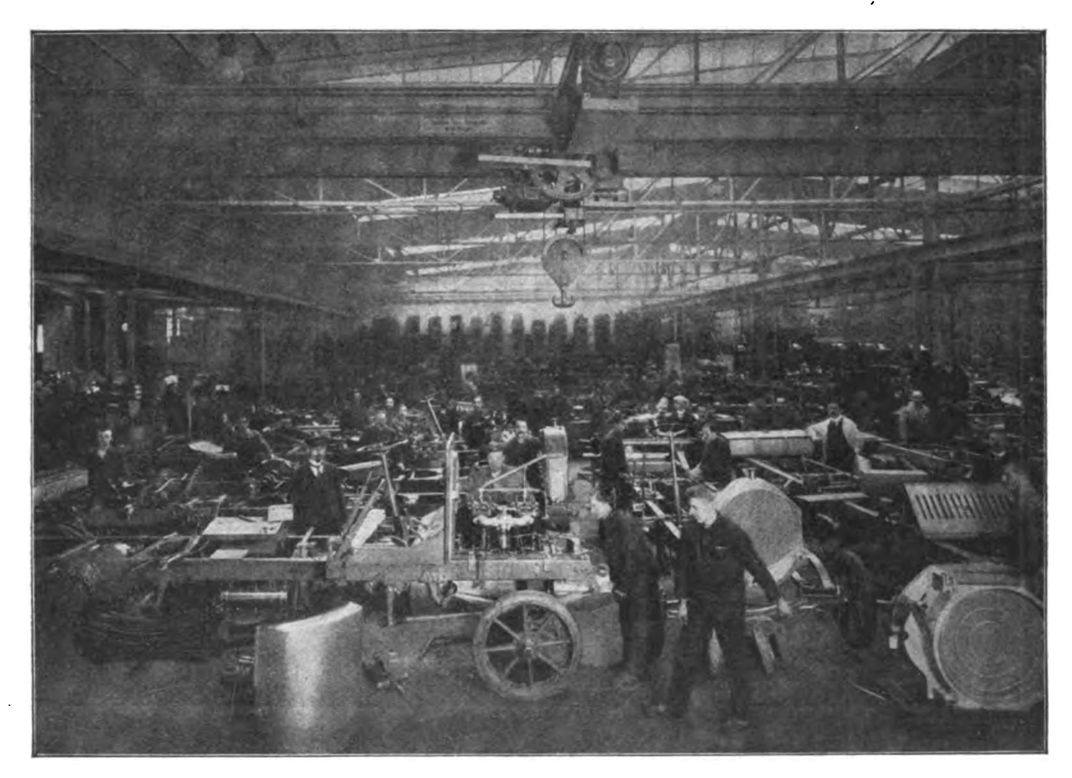


Fig. 10.

fordernis als in der Automobilfabrikation, bei der zur Erzielung der gewünschten Geräuschlosigkeit und zur schnellsten Auswechslung defekter Organe ein unbedingtes Ineinanderpassen der Teile erforderlich ist. An Hand von Kalibern und Lehren und mittels der feinsten Präzisions-Meßwerkzeuge werden hier die Werkstücke mit den Konstruktionszeichnungen verglichen, bevor sie zur Fortsetzung des Arbeitsprozesses an den in sich ein geschlossenes Ganzes bildenden Motoren-, Getriebe-, Achsen- oder Lenkungsbau abgegeben werden. Nach Fertigstellung dieser Aggregate werden die Getriebe und Motoren auf besonderen Einlaufstationen einer Prüfung unterzogen. Hierbei werden die Motoren

gleichzeitig auf ihre Leistung und Betriebssicherheit, ihren Benzin-, Öl- und Kühlwasserverbrauch kontrolliert. In den Hauptmontagehallen wird alsdann der Zusammenbau der Chassis vorgenommen, worauf die Überweisung der nunmehr fahrfertigen Untergestelle an die Einfahrabteilung erfolgt. Spezialmonteure nehmen hier eine bis in alle Details reichende Prüfung und Justierung aller maschinellen Teile vor.

Chassis-Montage für Luxuswagen.

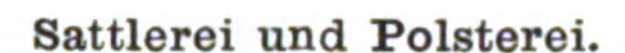


Fig. 11.

Das dritte und vierte Stockwerk wird von dem Karosseriebau eingenommen. Auch bei diesem ist es der N. A. G. gelungen, im Gegensatz zu der meist handwerksmäßigen Herstellung der Wagenkästen einen auf Massenfabrikation hinzielenden Arbeitsprozeß einzuführen. Die gleichzeitige Inarbeitnahme und Fertigstellung von großen Mengen gleichartiger Karosserien ermöglicht es, selbst die Polsterung der Wagen maschinell vorzunehmen, und die Einheitlichkeit der Fabrikation ist soweit durchgebildet, daß bei den kleineren und billigeren Typen, die zur Erreichung eines konkurrenzfähigen Preises ganz besonders der Massenfabrikation bedürfen, für die Farbe der Lackierung nur die beschränkte Auswahl von drei Farben zugelassen wird.

Eine besondere Abteilung sorgt alsdann nach nochmaliger Prüfung der zur Ablieferung fertigen Fahrzeuge für den Versand, indem sie diese nach entsprechender Verpackung auf den bis ins Werk geführten Eisenbahnwaggons verladet.

Besonderer Erwähnung sei noch des mechanischen Laboratoriums getan, jener Stätte, aus der die Konstrukteure die Grundlagen für die Materialbestimmung und Dimensionierung herleiten. In diesem mit den feinsten Apparaten ausge-


Sattlerei und Polsterei.

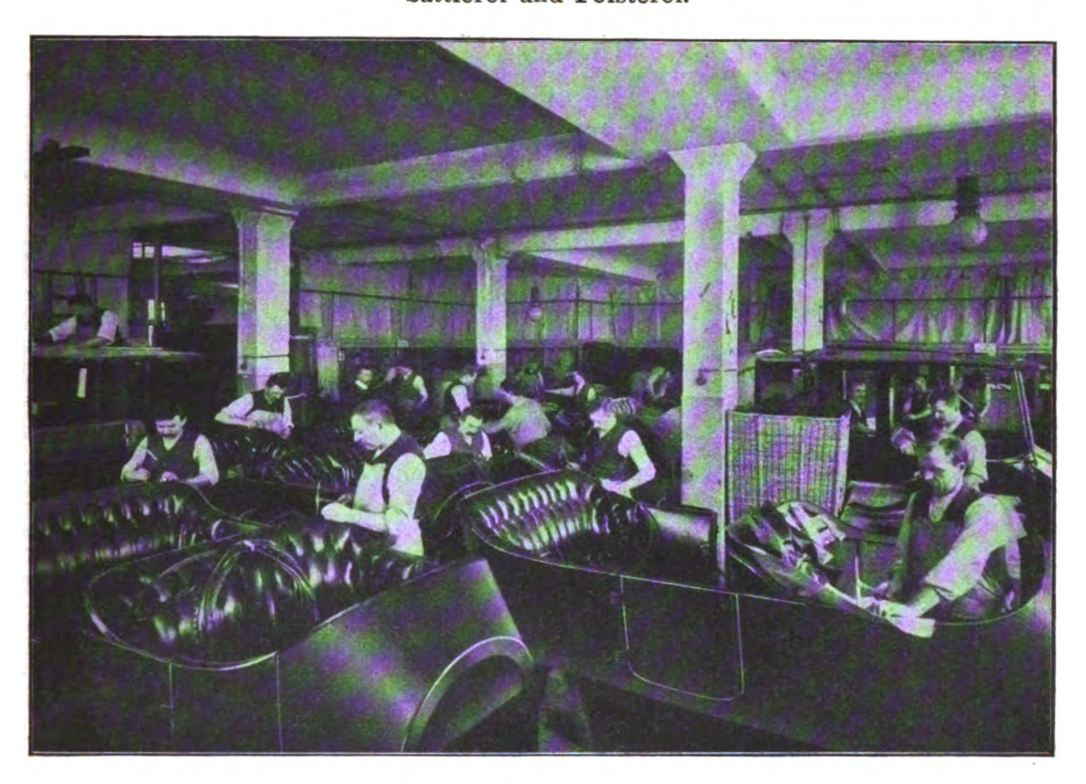


Fig. 12.

statteten Prüfraum werden die für die Verarbeitung geeignet erscheinenden Materialien Prüfungen unterzogen, die sich auf ihre mechanischen Eigenschaften, ihre Härte, Dehnung und Festigkeit erstrecken. Diese Feststellungen sind natürlich nicht nur als Vorstudium für die Konstruktion gedacht, sondern die gleiche Bedeutung gewinnen sie bei der Kontrolle der eingegangenen Rohmaterialien; wird hierdurch doch allein die Möglichkeit rechtzeitiger Entdeckung fehlerhafter Lieferungen gegeben.

Die gesamten Werkstattsräume sind zur Aufnahme der Rohmaterialien und der Ersatzteile unterkellert. Es ist seitens der N. A. G. erkannt worden, daß nicht die Erwerbung eines Kunden die alleinige Aufgabe darstellt, sondern

die gleiche Bedeutung wird der Erhaltung der Kundschaft zugewandt, indem auf den prompten Ersatz defekter Teile ein ganz besonderes Gewicht gelegt wird. Nirgends mehr als in diesen ungeheuren Vorratspeichern kommt es dem Besucher zum Bewußtsein, daß eine Automobilfabrik nur dann auf dauernde Erfolge rechnen kann, wenn sie in unbeschränkter Weise diejenigen Geldmittel zur Verfügung hat, die zur dauernden Unterhaltung eines so großen Ersatzteillagers erforderlich sind.

Lackiererei.

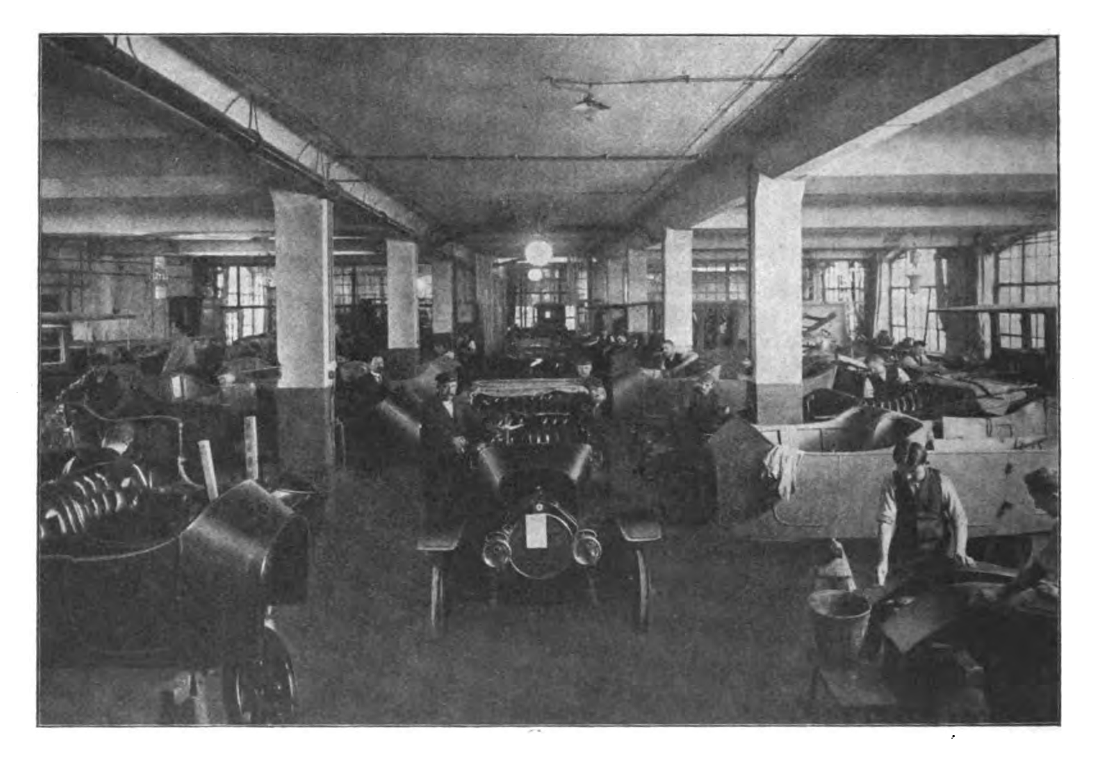


Fig. 13.

Daß sich die N. A. G. auch der sozialen Fürsorge für ihre Angestellten und Arbeiter in bester Weise annimmt, beweisen die zahlreichen Wohlfahrtseinrichtungen, die bei ihr bestehen, unter denen in erster Reihe die auch den Angestellten der N. A. G. zur Verfügung stehenden Einrichtungen der A. E. G. zu erwähnen sind. Eine Pensions- und Unterstützungskasse gewährt Arbeitern und Beamten in Not- und Krankheitsfällen namhafte Unterstützungen. Die Mathilde Rathenau-Stiftung sorgt für die weiblichen Angestellten und Kinder der Angestellten, die Erich Rathenau-Stiftung gewährt Stipendien zur Ausbildung in technischen Berufen. Der Betriebskrankenkasse ihres Stammhauses ist die N. A. G. ebenfalls angeschlossen; in Krankheitsfällen werden aus den Mitteln einer besonderen

Wohlfahrtskasse fortlaufende Zuschüsse zu den Krankengeldern gewährt. Ein Konsumverein ermöglicht die billige Beschaffung von Lebensmitteln. Um die Angestellten zur geistigen Mitarbeit anzuregen, sind einer Prämierungs- und einer Sanitäts- und Sicherheitskommission besondere Mittel zur Verfügung gestellt. Eine sehr gut eingerichtete Kantine, in deren Erdgeschoß große Dusche- und Baderäume eingerichtet sind, gewährt zu billigen Preisen angemessene Verpflegung.

Fabrikschluß.

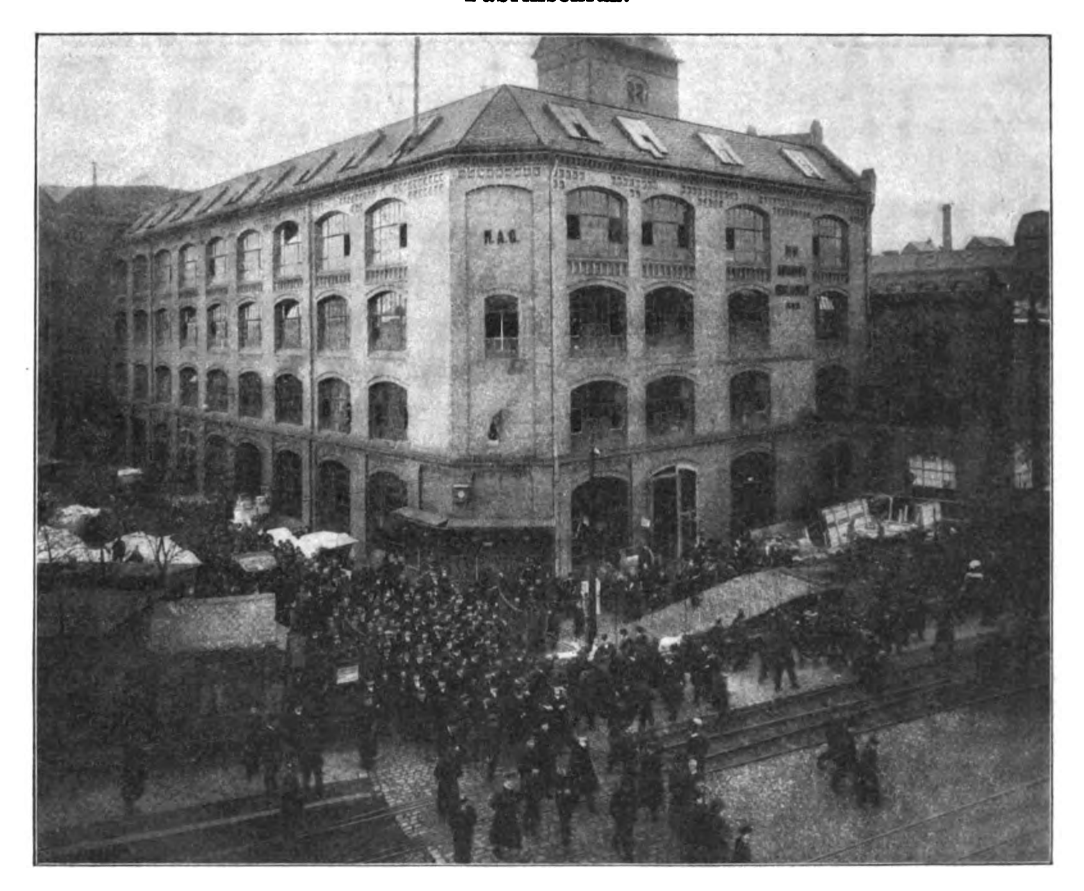


Fig. 14.

Schließlich sei noch des Verbandzimmers und der Fabrikfeuerwehr Erwähnung getan, die ebenfalls aufs beste ausgerüstet sind.

Große finanzielle Opfer, die wohl keiner Automobilfabrik in den Anfangsjahren erspart geblieben sind, haben die Jahre des Studiums auch hier erfordert, bis es der Verwaltung gelang, eine fortlaufende Rentabilität zu erzielen.

Mit den geschäftlichen Erfolgen ging die Anerkennung seitens der Behörden und des Publikums Hand in Hand. Zahlreiche Auszeichnungen hat die N. A. G. bei allen Gelegenheiten, bei denen sie in Wettbewerb trat, errungen. Die höchste

Auszeichnung, die der Preußische Staat einem industriellen Unternehmen zu vergeben hat, wurde ihr durch Verleihung der Goldenen Preußischen Staatsmedaille für gewerbliche Leistungen laut Erlaß vom 30. Mai 1911 zuteil.

Wenn die N. A. G. heute mit in der ersten Reihe nicht nur der deutschen, sondern der gesamten Automobilindustrie steht, so verdankt sie dies den bereits früher erwähnten Bestrebungen, die Automobiltechnik vom Luxussport zur praktischen Nutzbarmachung zu führen.

Die Erfolge, die sie hierin erreicht hat, beweisen am besten die Zweckmäßigkeit dieses Vorhabens und weisen den Weg, den sie auch in Zukunft zu wählen hat.

Druck von H. S. Hermann in Berlin.

